



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
"Σύγχρονα Συστήματα Αγροτικής Παραγωγής στο Μεσογειακό Χώρο με Έμφαση στην
Αειφορική Παραγωγή και τη Χρησιμοποίηση Νέων Τεχνολογιών"



«Δυναμική πληθυσμών του δάκου της ελιάς *Bactrocera oleae* (Rossi) στην
Καλαμάτα»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
του γεωπόνου
Αθανασίου Λιακατά

Βόλος, Φεβρουάριος 2015

Επιβλέπων:

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ

Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Μέλη Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ

Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΧΡΗΣΤΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ

Αναπληρωτής Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΒΕΛΛΙΟΣ

Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Καταρχήν θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Νικόλαο Παπαδόπουλο για την πολύτιμη καθοδήγησή του στο σχεδιασμό και την επίβλεψη της παρούσας εργασίας. Του είμαι ευγνώμων για την πάντα καλή του διάθεση, τις συμβουλές, υποδείξεις και διορθώσεις που μου παρείχε, καθώς επίσης και για την ουσιαστική βοήθειά του στη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων αυτής της έρευνας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον γεωπόνο κ. Αντώνιο Παρασκευόπουλο, Διευθυντή της Διεύθυνσης Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής Τριφυλίας, για τη χορήγηση των στοιχείων συλλήψεων ενηλίκων του δάκου της ελιάς, τα οποία προέρχονται από το αρχείο της Υπηρεσίας του, στο πλαίσιο εφαρμογής του εθνικού περιφερειακού προγράμματος δακοκτονίας, καθώς επίσης και για την προθυμία του να μου προσφέρει τις απαραίτητες πληροφορίες και διευκρινήσεις, όποτε αυτές τις χρειάστηκα κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Για τη συνεισφορά και το ενδιαφέρον τους στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας, θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής, τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Χρήστο Αθανασίου και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ευάγγελο Βέλλιο.

Ακόμη, ευχαριστίες εκφράζονται στους προϊσταμένους μου γεωπόνους, κ. Παναγιώτη Καλφούντζο, Διευθυντή Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής Λάρισας και τον Δρα κ. Δημήτριο Σταυρίδη, Τμηματάρχη Ποιοτικού και Φυτοϋγειονομικού Ελέγχου Λάρισας για τη συνεχή υποστήριξή τους προκειμένου να ολοκληρώσω τη φοίτησή μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω και όλους εκείνους που συνέβαλαν άμεσα και έμμεσα στην ολοκλήρωση των σπουδών μου, καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος και ιδιαίτερα τον γεωπόνο και υποψήφιο διδάκτορα κ. Χρήστο Γεροφώτη για την πολύτιμη υποστήριξη που μου παρείχε στο στάδιο συγγραφής της παρούσας διατριβής.

Τέλος, οι πιο θερμές ευχαριστίες απευθύνονται στη σύζυγό μου Βασιλική στην οποία και αφιερώνω το έργο αυτό, για την αγάπη και κατανόηση που επέδειξε κατά τη διάρκεια της μεταπτυχιακής μου φοίτησης, όπως επίσης και στους γονείς μου για την ανεξάντλητη αγάπη και συμπαράστασή τους.

*«Αν δεν φυτέψουμε το δέντρο της γνώσης
όταν είμαστε νέοι, δεν θα μας δώσει τον
ίσκιο του όταν θα έχουμε γεράσει»*

(Philip Dormer Stanhope)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT.....	7
 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1 Γενικά για την ελιά και την ελαιοκαλλιέργεια	9
1.1.1. Βοτανικά χαρακτηριστικά	9
1.1.2 Παγκόσμια κατανομή της παραγωγής	13
1.1.3 Η οικονομική σημασία της ελαιοκαλλιέργειας στην Ελλάδα	15
1.2 Ο Δάκος της ελιάς.....	17
1.3 Εθνικό πρόγραμμα δακοκτονίας.....	57
1.3.1. Λειτουργία, σημασία και προβλήματα του προγράμματος δακοκτονίας στην Ελλάδα.....	57
1.4 Σκοπός της διατριβής.....	60
 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	62
2.1. Περιοχή μελέτης.....	62
2.2. Διαχείριση των πληθυσμών του δάκου της ελιάς	64
2.3. Πηγές δεδομένων.....	65
2.4. Συλλογή δεδομένων, μέγεθος δείγματος	65
2.5. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων.....	68
 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	70
3.1 Εποχικές μεταβολές στους πληθυσμούς του δάκου της ελιάς.....	70
3.2 Χωρική ανάλυση της διακύμανσης του πληθυσμού του δάκου της ελιάς.....	76
3.3 Στατιστική ανάλυση	84
 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	88
 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	93

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο δάκος της ελιάς *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae) αποτελεί τον σημαντικότερο εχθρό της ελαιοκαλλιέργειας και μπορεί να επιφέρει σημαντικές ζημιές στην παγκόσμια οικονομία. Δύο είναι τα κύρια προϊόντα που προέρχονται από την ελαιοκαλλιέργεια: η βρώσιμη ελιά και το ελαιόλαδο. Η οικονομικές ζημιές αφορούν στην ποσοτική μείωση της παγκόσμιας παραγωγής, όπως επίσης και στην ποιοτική υποβάθμιση αυτών των προϊόντων. Η καλύτερη γνώση της βιολογίας του δάκου της ελιάς και της δυναμικής των πληθυσμών του στις ελαιοκομικές χώρες, είναι χρήσιμη και θα συνεισέφερε στη βελτιστοποίηση των μεθόδων καταπολέμησής του, όπως επίσης και στη μείωση των εισροών της ελαιοκαλλιέργειας και κατ' επέκταση την προστασία του περιβάλλοντος.

Στην παρούσα εργασία διερευνούμε τη δυναμική των πληθυσμών του δάκου της ελιάς στην ευρύτερη περιοχή της Κυπαρισσίας, στο πλαίσιο εφαρμογής του εθνικού περιφερειακού προγράμματος δακοκτονίας την περίοδο 2010-2012. Η παρακολούθηση των πληθυσμών του εντόμου πραγματοποιήθηκε με τη χρήση γυάλινων παγίδων McPhail και κάλυπτε την περίοδο από αρχές Ιουλίου έως τέλη Οκτωβρίου, ενώ η καταπολέμηση του εντόμου πραγματοποιείται με τη μέθοδο των δολωματικών ψεκασμών.

Από τα αποτελέσματα της τριετούς έρευνας προκύπτει ότι κάθε χρόνο οι πληθυσμοί του *B. oleae* διατηρήθηκαν χαμηλοί μέχρι τα τέλη Αυγούστου, ενώ την περίοδο Σεπτεμβρίου – Οκτωβρίου οι πληθυσμοί του εντόμου εμφάνισαν αυξητική τάση.

Σκοπός της εργασίας είναι η χαρτογράφηση των περιοχών που εμφανίζουν σχετική ομοιογένεια όσον αφορά στη δυναμική πληθυσμών του *B.oleae*, με απώτερο σκοπό την πιθανή μείωση του αριθμού των παγίδων παρακολούθησης των πληθυσμών του εντόμου, καθώς επίσης και την πιθανή εφαρμογή ενιαίων μεθόδων καταπολέμησης του εντόμου σε εκείνες τις περιοχές.

ABSTRACT

The olive fly *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae) is the most important pest of the olive cultivation and it can induce serious losses in world economy. Two products derive from olive cultivation: the table olive and the olive oil. Economic losses come from the quantitative decrease of the world production and from the qualitative decrease of the two above-mentioned products. Better knowledge of the biology of *B. oleae* and its population dynamics in olive growing countries, is useful and it could contribute in optimization of the current control methods of the insect, as well as in input reduction of olive cultivation and therefore in environmental protection.

In the current thesis, we examine the population dynamics of *B. oleae* in the broader area of Kyparissia, in the framework of the national area-wide *B. oleae* control program in the 2010-2012 period. The monitoring of *B. oleae* populations was done by using glassy McPhail traps and it covered the period from early-July until the end of October, while the control of the insect is done with the application of bait sprays.

From the results of the 3-year research is concluded that every year populations of *B. oleae* were maintained low until the end of August, while in the period September-October the populations presented an upward trend.

The main goal of this thesis is the mapping of the areas that show relative homogeneity referred in populations dynamics of *B. oleae*, with ulterior goal the potential reduction of the traps used in insect's monitoring, as well as the potential application of united control methods in those areas.

Εισαγωγή

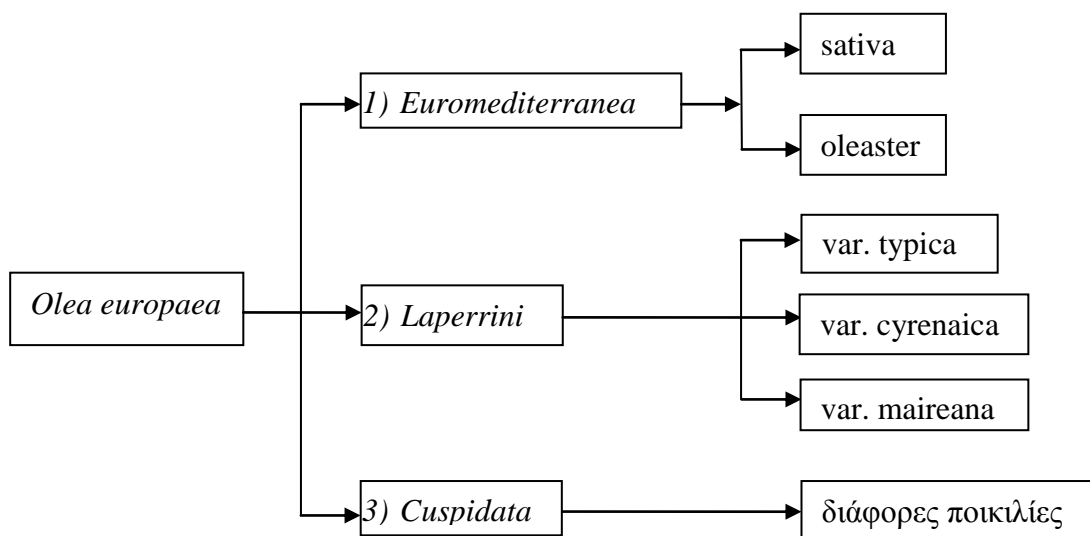


1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά για την ελιά και την ελαιοκαλλιέργεια

1.1.1. Βοτανικά χαρακτηριστικά

Ταξινόμηση: Η ελιά είναι δέντρο υποτροπικό, αειθαλές με κύριο χαρακτηριστικό του την μακροβιότητα που μπορεί να φτάσει και εκατοντάδες έτη, διατηρώντας ταυτόχρονα και την παραγωγικότητα του. Η ελιά ανήκει στην τάξη Contortae, στην οικογένεια των Oleacea, στην οποία συμπεριλαμβάνονται 29 γένη. Στο γένος *Olea* συμπεριλαμβάνονται 35 διαφορετικά είδη (Rugini *et al.*, 2005) που απαντώνται παγκοσμίως, με το είδος *Olea europaea* L. να παρουσιάζει το μεγαλύτερο οικονομικό ενδιαφέρον. Στο είδος *O. europaea* συμπεριλαμβάνονται τρία υποείδη και σε κάθε υποείδος διάφορες ποικιλίες όπως αναφέρονται παρακάτω (Ποντίκης, 1992):



Ριζικό σύστημα: Ο τρόπος ανάπτυξης του ριζικού συστήματος της ελιάς εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους, τα πρώτα έτη όμως κυρίως αναπτύσσεται κάθετα, ενώ αργότερα μετατρέπεται σε θυσσανώδες. Το ελαιόδεντρο διαθέτει εκτεταμένο ριζικό σύστημα, γι' αυτό και κατορθώνει να αναπτύσσεται ακόμη και σε ξηρά και άγονα εδάφη.

Κορμός: Ο κορμός της ελιάς στα μεν νεαρά δέντρα είναι κυλινδρικός και λείος με γκριζοπράσινο φλοιό, στα δε γηραιότερα δέντρα η διάμετρος του κορμού μπορεί να φτάσει το ένα μέτρο, και ο φλοιός αποκτά σκούρο χρώμα. Η επιφάνειά του ελαιόδεντρου με το πέρασμα

του χρόνου γίνεται ανώμαλη, εμφανίζοντας ρωγμές και εξογκώματα διαφόρων μεγεθών. Σε ορισμένες ποικιλίες και κυρίως στη Λιανολιά σχηματίζονται εξογκώματα από σάπισμα του ξύλου (Ποντίκης, 1992).

Βλαστοί, Οφθαλμοί: Οι οφθαλμοί της ελιάς διακρίνονται σε:

- ξυλοφόρους (έχουν μόνο βλαστοφόρους οφθαλμούς)
- καρποφόρους (έχουν μόνο ανθοφόρους οφθαλμούς)
- μικτούς (έχουν και τα δύο είδη οφθαλμών)

Οι ξυλοφόροι οφθαλμοί με την έκπτυξή τους δίνουν βλάστηση, ενώ οι μικτοί οφθαλμοί δίνουν μικρότερη βλάστηση και βοτρυώδη ταξιανθία (Ποντίκης, 1992; Γιαννοπολίτης, 2009).

Η διαφοροποίηση των οφθαλμών απαιτεί την επίδραση ψύχους για μια περίοδο (εαρινοποίηση), η οποία διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία, και συνήθως πραγματοποιείται το χειμώνα 40-60 ημέρες πριν την ανθοφορία (Ποντίκης, 1992). Οι βλαστοί με μακριά μεσογονάτια διαστήματα συνήθως είναι πιο παραγωγικοί.

Φύλλα: Η ελιά δίνει δύο αντίθετα φύλλα σε κάθε γόνατο. Στη μεν πάνω επιφάνεια τα φύλλα έχουν παχιά εφυμενίδα και εμφανίζουν βαθύ πράσινο χρώμα, στη δε κάτω επιφάνεια φέρουν μικρά στομάτια με πυκνό χνούδι και σταχτί ασημί χρώμα. Τα προαναφερόμενα χαρακτηριστικά των φύλλων δίνουν τη δυνατότητα στην ελιά να μειώνει τις απώλειες σε υγρασία και να περιορίζει τη διαπνοή, γι' αυτό και η ελιά μπορεί και αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε ξηροθερμικές συνθήκες.

Άνθη: Τα άνθη της ελιάς σχηματίζονται σε βοτρυώδεις ταξιανθίες, συνήθως στις μασχάλες των φύλλων που βρίσκονται σε βλαστούς της προηγούμενης βλαστικής περιόδου, δηλαδή σε βλαστούς ηλικίας δύο ετών (Ποντίκης, 1992). Τα άνθη φέρονται σε μικρούς ποδίσκους και περιλαμβάνουν:

- ένα κυπελλοειδή κάλυκα με τέσσερα σέπαλα,
- τη στεφάνη με 4 λευκοκίτρινα πέταλα (ορισμένες ποικιλίες φέρουν 5 πέταλα),
- δύο αντίθετα τοποθετημένους στήμονες, οι οποίοι καταλήγουν σε ανθήρες με μορφή φασολιού
- τον ύπερο που αποτελείται από μια δίχωρη ωοθήκη στη βάση του και ένα δικέφαλο στίγμα στην κορυφή του.

Τα άνθη διακρίνονται σε: 1) τέλεια που έχουν πλήρως ανεπτυγμένους τους στήμονες και τον ύπερο και 2) ατελή ή στημονοφόρα όπου ο ύπερος είναι ατροφικός, τα οποία δεν μπορούν να γονιμοποιηθούν και να δώσουν καρπό (Ποντίκης, 1992).

Καρπός: Ο καρπός της ελιάς είναι δρύπη σφαιρική ή ελλειψοειδής όπως και των πυρηνόκαρπων και αποτελείται από το εξωκάρπιο (επιδερμίδα, φλοιός), το μεσοκάρπιο (σάρκα) και το σκληρό ενδοκάρπιο (πυρήνας). Ο πυρήνας εσωτερικά περικλείει το σπέρμα και φέρει γλυφές (αυλάκια) από τις οποίες είναι δυνατή η διάκριση διαφόρων ποικιλιών (Ποντίκης, 1992).

Η σάρκα της ελιάς έχει πικρή γεύση η οποία προσδίδεται από μια ουσία που ονομάζεται ελευρωπαΐνη. Η ελευρωπαΐνη είναι ένας φαινολικός γλυκοζίτης που καθιστά τον ελαιόκαρπο μη εδώδιμο απευθείας από το δένδρο, γι' αυτό και ο καρπός για να καταστεί εμπορεύσιμος στον καταναλωτή, πρέπει πρώτα να περάσει από διάφορα στάδια επεξεργασίας, όπου με διάφορους φυσικούς ή χημικούς τρόπους απομακρύνεται η ελευρωπαΐνη.

Ετήσιος βλαστικός κύκλος της ελιάς: Ο ετήσιος βλαστικό κύκλος της ελιάς σε κανονικές περιβαλλοντικές συνθήκες διακρίνεται στις ακόλουθες φάσεις (Γιαννοπολίτης, 2009):

- στη φθινοπωρινή (δευτερεύουσα) βλάστηση,
- στο χειμερινό λήθαργο (αναστολή της βλάστησης),
- στην εαρινοποίηση (σχηματισμός ανθικών καταβολών),
- στη διαφοροποίηση των οφθαλμών,
- στην ανοιξιάτικη (κύρια) βλάστηση,
- στην ανθοφορία (ανάλογα την ποικιλία και την περιοχή, διάρκεια από Απρίλιο για τις θερμότερες περιοχές έως αρχές Ιουνίου στις ψυχρότερες περιοχές),
- καρπόδεση και ανάπτυξη καρπών.

Έδαφος: Το ελαιόδεντρο προσαρμόζεται σε ποικιλία τύπου εδαφών με τελείως διαφορετική φυσική και μηχανική σύσταση, με προτίμηση σε εδάφη βαθιά αμμοπηλώδη με καλή στράγγιση, όπου αναπτύσσεται και αποδίδει καλύτερα, αλλά θα πρέπει να αποφεύγονται εδάφη με pH > 8,5 αφού η καλλιέργειά της δεν είναι εφικτή. Η ελιά είναι ανθεκτική στην ξηρασία καθώς έχει την ικανότητα να αξιοποιεί κάθε ποσότητα νερού που της προσφέρεται, ενώ μπορεί να καλλιεργηθεί και σε άγονα εδάφη, αλλά καρποφορεί κάθε 2-4 έτη με τις αποδόσεις να κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα. Η ικανότητα αυτή του ελαιοδέντρου δικαιολογεί την επιβίωσή του σε άγονες ή ακόμη

και βραχώδεις περιοχές σε όλη την Ελλάδα, αλλά οι μεγάλες αποδόσεις επιτυγχάνονται σε περιοχές με γόνιμα εδάφη (Βασιλακάκης, 2004).

Κλίμα: Η καλλιέργεια της ελιάς απαντάται στην εύκρατη και υποτροπική ζώνη μεταξύ 30° – 45° στο βόρειο και νότιο ημισφαίριο. Σε πιο ψυχρές περιοχές δεν μπορεί να καλλιεργηθεί γιατί είναι ευαίσθητη σε θερμοκρασίες κάτω των -8°C έως -10°C ανάλογα την ποικιλία, ενώ στις πιο θερμές περιοχές δεν ικανοποιούνται οι ανάγκες της σε χειμερινό ψύχος. Η ελιά σε θερμοκρασίες κάτω των -10°C εμφανίζει ζημιές στους βραχίονες ή και σε ολόκληρο το δέντρο, γι' αυτό και ευδοκιμεί σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από ήπιο χειμώνα (θερμοκρασία ελάχιστη -3°C) και ζεστό και ξηρό καλοκαίρι (μεγίστη μέχρι 40°C) (Βασιλακάκης, 2004). Το Δεκέμβριο του 2001 που επικράτησαν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (από -24°C έως -15°C) σε όλη την Ελλάδα, καταστράφηκαν μεγάλες εκτάσεις ελαιοκαλλιέργειας αναγκάζοντας τους παραγωγούς σε επανεγκατάσταση των ελαιώνων τους. Την άνοιξη αν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες και ξηροί άνεμοι, προκαλούνται ζημιές στη νέα βλάστηση, προκαλώντας ανθόρροια και αργότερα φυλλόπτωση, συρρίκνωση του καρπού ή και καρπόπτωση. Μεγάλη συγκέντρωση ελαιοδέντρων για παραγωγή ελαιολάδου εντοπίζεται κυρίως στις νότιες παραθαλάσσιες περιοχές της χώρας που είναι θερμές και ξηρές, όπως στην Κρήτη, στην Πελοπόννησο, στα νησιά του Αιγαίου και Ιονίου Πελάγους. Οι βρώσιμες ελιές παράγονται σε δροσερότερες και πιο γόνιμες σχετικά περιοχές όπως στους νομούς Αιτωλοακαρνανίας, Άρτας, Εύβοιας, Λακωνίας, Λάρισας, Μαγνησίας, Μεσσηνίας, Φθιώτιδας και Χαλκιδικής.

Ποικιλίες: Οι πολλές ποικιλίες της ελιάς ανά την υφήλιο δικαιολογούνται από το γεγονός ότι η ελιά καλλιεργείται από αρχαιοτάτων ετών σε πολλές περιοχές. Η ίδια ποικιλία πολλές φορές φέρεται με διαφορετικές ονομασίες ανάλογα την περιοχή, γι' αυτό και ποικιλίες της ελιάς είναι πολύ δύσκολο να αριθμηθούν. Οι κυριότερες ελαιοπαραγωγικές περιοχές ή και χώρες προτιμούν να καλλιεργούν τις ποικιλίες που υπήρχαν στις περιοχές τους από παλιότερα έτη, καθώς οι ντόπιες ποικιλίες φαίνεται ότι εγκλιματίζονται και αποδίδουν καλύτερα στις περιοχές απ' όπου προέρχονται. Τα τελευταία έτη φαίνεται να πραγματοποιείται μεταφορά ποικιλιών από περιοχή σε περιοχή ή από χώρα σε χώρα με συχνότερη την ποικιλία Arbequina και το σύστημα πυκνής φύτευσης με το οποίο καλλιεργείται.

Στον Πίνακα 1 φαίνονται οι κυριότερες Ελληνικές ποικιλίες στη χώρα μας, ανάλογα της χρήση τους (βρώσιμες, ελαιοποιήσιμες, διπλής χρήσης) και το μέγεθός τους.

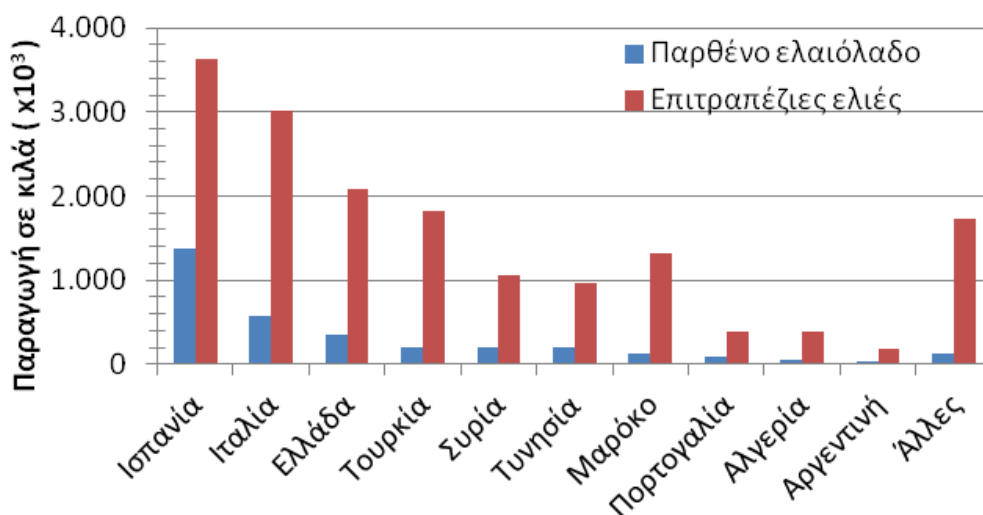
Πίνακας 1: Οι σπουδαιότερες ελληνικές ποικιλίες ελιάς (Πηγή: Βέμμος και Βαχαμίδης, 2009).

Ποικιλία	Μέγεθος καρπού	Άλλες ονομασίες	Κύριες περιοχές καλλιέργειας
Βρώσιμες			
Κονσερβολιά	Μεγάλο	Αμφίσσης, Άρτας, Βόλου, Πηλίου, Πατρινή, Χονδρολιά κ.α.	Κεντρική και Δυτική Ελλάδα, Χαλκιδική
Καλαμών	Μεγάλο	Καλαματιανή, Αετονυχιά, Κορακολιά, Τσιγκέλι κ.α.	Πελοπόννησος
Χαλκιδικής	Μεγάλο	Γαϊδουρολιά	Χαλκιδική
Ελαιοποιήσιμες			
Κορωνέικη	Μικρό	Λιανολιά, Κρητικιά, Λαδολιά, Ψιλολιά, Κορωνιά	Πελοπόννησος, Κρήτη, Δυτ. Ελλάδα
Μαστοειδής	Μικρό	Αθηνολιά, Τσουνάτη, Ματσολιά, Μουρατολιά	Πελοπόννησος, Κρήτη
Λιανολιά Κερκύρας	Μικρό	Κορφολιά, Μερολιά, Πρεβεζάνα, Στριφτολιά, Σουβλολιά	Κέρκυρα, Κεφαλονιά, Ζάκυνθος, Πρέβεζα, Θεσπρωτία
Κουτσουρελιά	Μικρό	Πατρινή, Πατρινιά, Λαδολιά, Λιανολιά	Κορινθία, Αχαΐα, Λάκωνία, Αιτωλοακαρνανία
Αδραμυττινή	Μέσο	Αδραμυττιανή, Αϊβαλιώτικη, Φραγκολιά	Λέσβος
Αγουρομανακολιά	Μέσο	Αγουρομάννακο, Αγουρομανάκι	Αργολίδα, Κορινθία, Αρκαδία
Διπλής χρήσης			
Μεγαρείτικη	Μέσο	Χονδρολιά, Περαιχωρίτικη, Βοβοδίτικη, Αίγινας	Αττική, Βοιωτία
Θρουμπολιά	Μέσο	Ασκούδα, Θασίτικη, Ντόπια, Χονδρολιά	Νησιά Αιγαίου, Αττική, Εύβοια, Κρήτη
Κοθρέικη	Μεγάλο	Κορινθιακή, Γλυκομανάκι, Μανάκι, Μανακολιά	Αργολίδα, Κορινθία, Αρκαδία, Φωκίδα, Φθιώτιδα
Βαλανολιά	Μέσο	Μπολανολιά, Κολοβή, Μυτιλινιά, Μηλολιά	Λέσβος, Χίος

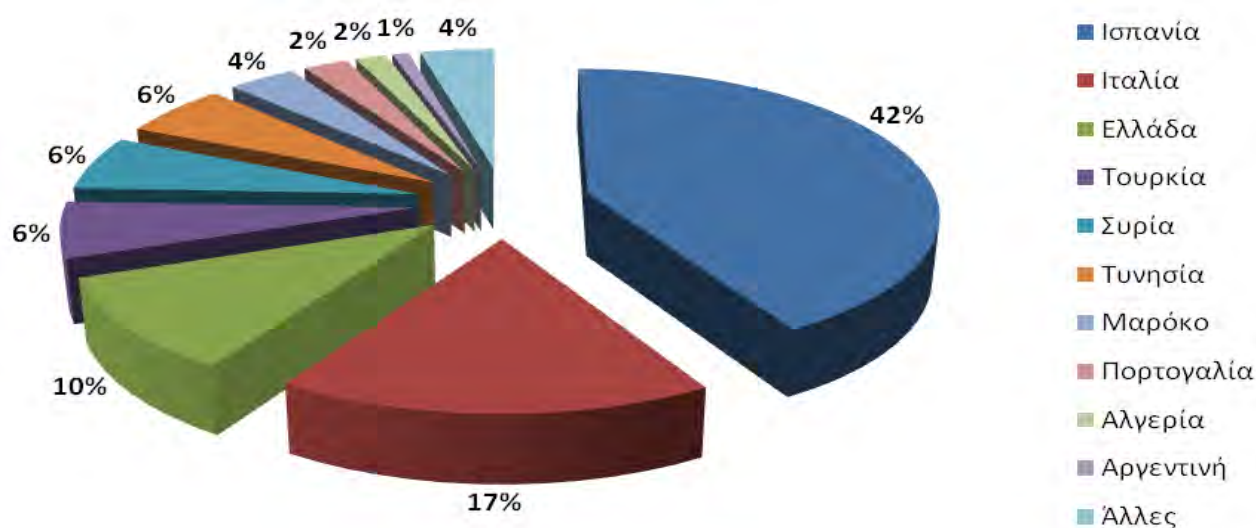
1.1.2 Παγκόσμια κατανομή της παραγωγής

Η παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου και βρώσιμων ελιών εντοπίζεται κυρίως στις χώρες της Μεσογειακής λεκάνης όπου παράγεται το 96% και το 90% της παγκόσμιας παραγωγής ελαιολάδου και βρώσιμων ελιών αντίστοιχα (περίπου 3,2 εκατομμύρια τόνοι ελαιόλαδο και 14,9 εκατομμύρια τόνοι βρώσιμες ελιές το 2012 σύμφωνα με στοιχεία του FAO). Η Ελλάδα

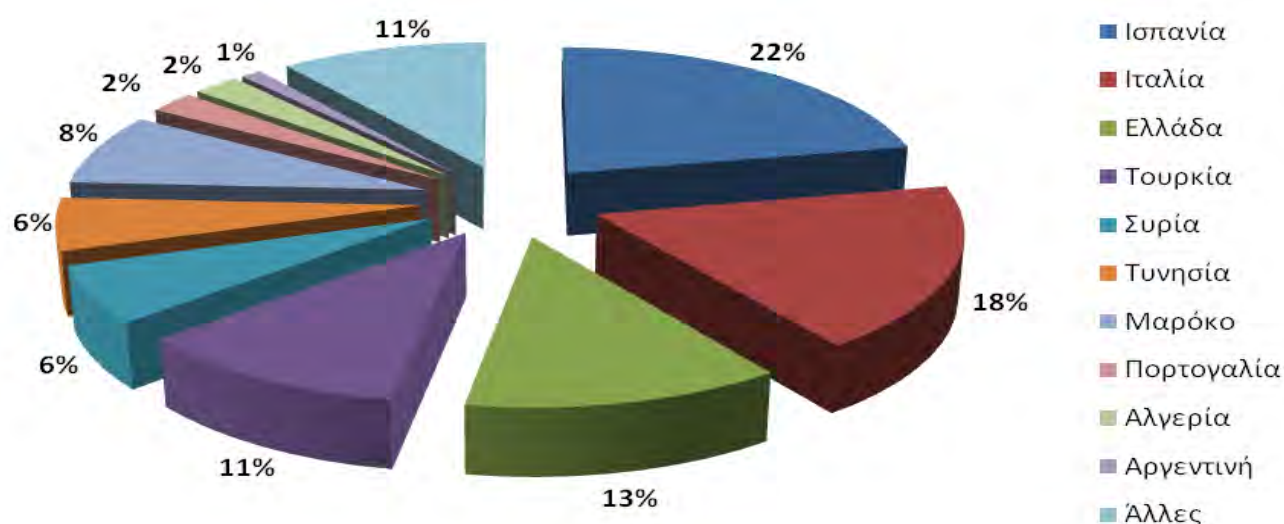
καταλαμβάνει την τρίτη θέση από πλευράς παραγωγής ελαιολάδου (10%) και βρώσιμων ελιών (13%) σε παγκόσμιο επίπεδο, μετά την Ισπανία και την Ιταλία (Διάγραμμα 1 και σχήματα 1, 2). Τα τελευταία έξι έτη η μέση ετήσια παραγωγή στην Ελλάδα ανέρχεται στους 330.000 τόνους ελαιολάδου και στους 2.150.000 τόνους βρώσιμων ελιών.



Διάγραμμα 1: Παγκόσμια παραγωγή παρθένου ελαιολάδου και βρώσιμων ελιών το έτος 2012 (FAO, 2014).



Σχήμα 1: Παγκόσμια κατανομή παραγωγής παρθένου ελαιολάδου το έτος 2012 (FAO, 2014).



Σχήμα 2: Παγκόσμια κατανομή παραγωγής βρώσιμων ελιών το έτος 2012 (FAO, 2014).

1.1.3 Η οικονομική σημασία της ελαιοκαλλιέργειας στην Ελλάδα

Η ελαιοκαλλιέργεια παίζει σημαντικό ρόλο στην οικονομία των χωρών που ευδοκιμεί και κυρίως αυτών που βρίσκονται στη λεκάνη της Μεσογείου όπου εντοπίζεται το μεγαλύτερο ποσοστό της ελαιοκαλλιέργειας παγκοσμίως. Η καλλιέργεια της ελιάς το 2012 κάλυπτε στην Ελλάδα την μεγαλύτερη έκταση από κάθε άλλη δενδρώδη καλλιέργεια, καταλαμβάνοντας 9.344.000 στρ. επί συνόλου 12.806.950 στρ. που αντιστοιχεί στο 73% επί της συνολικής έκτασης των οπωροκηπευτικών και αμπέλου (Πίνακας 2) (FAO, 2014) και στο 15% περίπου της συνολικά καλλιεργούμενης γεωργικής έκτασης στη χώρα μας.

Πίνακας 2: Καλλιεργούμενη έκταση οπωροκηπευτικών και αμπέλου στην Ελλάδα το 2012 (FAO, 2014)

Καλλιέργεια	Καλλιεργούμενη έκταση (σε στρέμματα)	Ποσοστό επί της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης
Ελιά	9.344.000	73
Δενδρώδεις	1.539.250	12
Άμπελος	992.200	7,7
Κηπευτικά	931.500	7,3
Σύνολο	12.806.950	100

Το 2010, το παρθένο ελαιόλαδο κατέλαβε τη δέκατη θέση στη λίστα με τα εκατό σημαντικότερα εξαγόμενα προϊόντα της Ελλάδας στον κόσμο, με αξία εξαγωγών που ανήλθε

στα 197,9 εκατ. €. Να σημειωθεί ότι μαζί με το παρθένο ελαιόλαδο, άλλα δύο μόνο ήταν τα γεωργικά προϊόντα που κατατάχθηκαν στην πρώτη δεκάδα της σχετικής λίστας, το βαμβάκι που βρέθηκε στην πέμπτη θέση με αξία 367,8 εκατ. € και τα οπωροκηπευτικά (βερίκοκα, κεράσια και ροδάκινα) που κατέλαβαν την όγδοη θέση με αξία 234,5 εκατ. € (Πίνακας 3). Το ίδιο έτος, η αξία του παρθένου ελαιόλαδου κατείχε το 7,6% των εξαγωγών των γεωργικών προϊόντων ή αλλιώς το 1,2% επί του συνόλου των εξαγωγίμων προϊόντων της χώρας μας (Πανελλήνιος Σύνδεσμος Εξαγωγέων, 2010).

Πίνακας 3: Τα δέκα κορυφαία σε αξία εξαγώγιμα ελληνικά προϊόντα το 2010 (Πανελλήνιος Σύνδεσμος Εξαγωγέων, 2010)

Προϊόν	Αξία εξαγωγών σε εκατ. €
Φάρμακα (λιανική πώληση)	555
Ιχθυηρά (νωπά ή διατηρημένα σε απλή ψύξη)	405
«Εμπιστευτικά προϊόντα» (προϊόντα μονοπωλίων, προστατευόμενα από πατέντες κ.α.)	392
Βαμβάκι	367,8
Πλάκες αργιλίου	340
Σωλήνες	289
Λαχανικά (διατηρημένα)	238
Βερίκοκα – Ροδάκινα - Κεράσια	234,5
Τυριά	216
Παρθένο λάδι	197,9

Η σημασία της ελαιοκαλλιέργειας όμως δεν περιορίζεται μόνο στη συνεισφορά της στο ακαθάριστο γεωργικό προϊόν των χωρών, αλλά έχει περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιδράσεις οι οποίες κρίνονται σκόπιμο να αναφερθούν συνοπτικά. Όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, η ελιά είναι ένα φυτό που μπορεί να εκμεταλλευτεί άγονα εδάφη που δεν ενδείκνυνται για την καλλιέργεια άλλων φυτών, συμβάλλοντας και στην προστασία των εδαφών από φαινόμενα διάβρωσης, ενώ η ελιά μπορεί να συγκαλλιεργηθεί με ψυχανθή ή χειμερινά σιτηρά συντελώντας στη συντήρηση των προβληματικών αυτών εδαφών. Το γεγονός ότι η ελιά προσαρμόζεται και σε άγονα εδάφη όπως οι ημιορεινές και οι ορεινές περιοχές, η ελαιοκαλλιέργεια σε τέτοιες περιοχές μπορεί να προσδώσει στο ήδη χαμηλό εισόδημα των κατοίκων αυτών των περιοχών, ένα ακόμη συμπληρωματικό εισόδημα. Η ελαιοκαλλιέργεια

συνεπώς αποτελεί ιδανική λύση για διατήρηση των γεωργικών πληθυσμών στις περιοχές αυτές προσφέροντας θέσεις εργασίας (κλάδεμα, συγκομιδή κ.α.) στους κατοίκους τους.

Ακόμη, θα πρέπει να αναφερθεί και η διατροφική αξία των κυριότερων προϊόντων που παράγονται από την καλλιέργεια της ελιάς όπως το ελαιόλαδο και οι βρώσιμες ελιές. Το ελαιόλαδο αποτελεί θεμελιώδες κομμάτι της Μεσογειακής διατροφής η οποία έχει συνδεθεί με τη μακροζωία και την προστασία από καρδιαγγειακές παθήσεις, καθώς πολλές ιατρικές έρευνες δείχνουν ότι οι κάτοικοι των Μεσογειακών χωρών συμπεριλαμβανομένης και της χώρας μας, παρουσιάζουν χαμηλότερα ποσοστά εμφάνισης διαφόρων μορφών καρκίνου, καρδιακών προσβολών και αρτηριακής πίεσης σε σχέση με τους κατοίκους άλλων χωρών (Υπουργείο Γεωργίας Κύπρου, 2013).

1.2 Ο Δάκος της ελιάς

Ταξινόμηση: Η συστηματική κατάταξη του δάκου της ελιάς, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae) δίνεται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4: Συστηματική κατάταξη του δάκου της ελιάς κατά White and Elson-Harris (1992).

Φύλο	Αρθρόποδα
Υποφύλο	Atelocerata
Κλάση	Insecta
Υποκλάση	Neoptera
Διαίρεση	Holometabola
Τάξη	Diptera
Υπόταξη	Brachycera
Διαίρεση	Schizophora
Τμήμα	Acalyptratae
Υπεροικογένεια	Tephritoidea
Οικογένεια	Tephritidae
Υποοικογένεια	Dacinae
Φυλή	Dacini
Γένος	<i>Bactrocera</i>
Υπογένος	<i>Daculus</i>
Είδος	<i>Oleae</i>

Ο δάκος της ελιάς (Εικ. 1) περιγράφηκε για πρώτη φορά από τους Rossi (αποδίδοντάς του το όνομα *Musca oleae*) και Gmelin (σήμερα προτεραιότητα αποδίδεται στον Rossi) παρόλο που ο δάκος είχε αναγνωριστεί ως παράσιτο της ελιάς από την αρχαιότητα (Hoelmer *et al.*, 2011). Στα μετέπειτα έτη, στο δάκο αποδόθηκαν και άλλες ονομασίες όπως *Dacus* (*Daculus*) *oleae* (Hardy, 1951), *Dacus* (*Polistominetes*) *oleae* (Hardy, 1977; Foote, 1984) και *Daculus oleae* (Cogan and Munro 1980; Munro, 1984). Πλέον, ο δάκος της ελιάς κατατάσσεται στο γένος *Bactrocera* (White and Elson-Harris 1992; White and Wang 1992). Το χαρακτηριστικό που χρησιμοποιήθηκε ως κύριο κριτήριο κατάταξης στο συγκεκριμένο γένος, είναι η μορφολογία των κοιλιακών τεργίτων του εντόμου. Συγκεκριμένα, τα είδη του γένους *Bactrocera*, φέρουν διακριτούς κοιλιακούς τεργίτες, ενώ στα είδη του γένους *Dacus*, οι κοιλιακοί τεργίτες δεν είναι διακριτοί (Κουνατίδης, 2009).

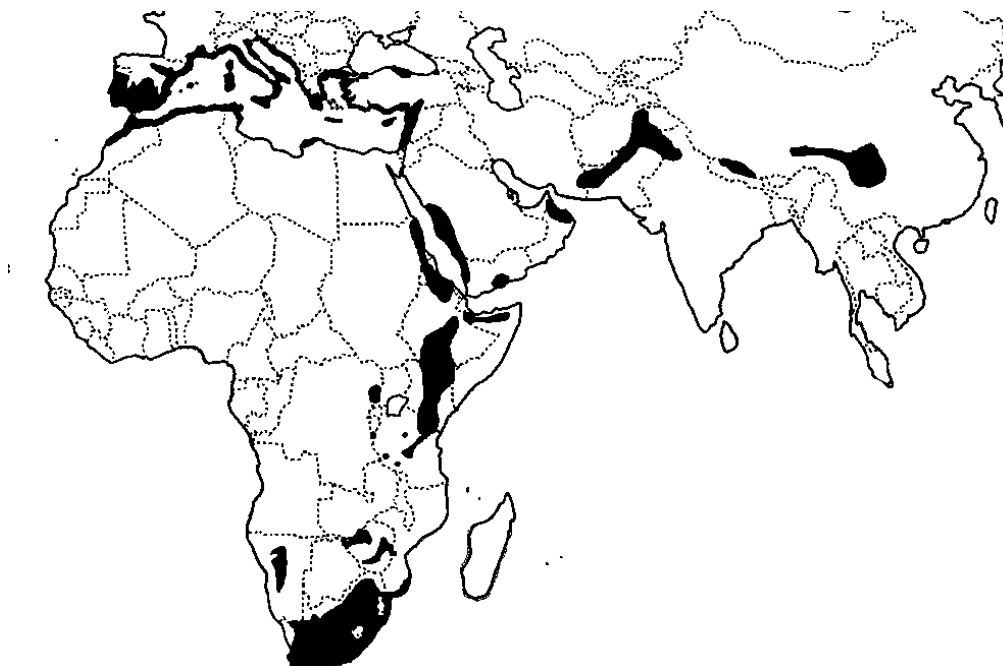


Εικόνα 1: Αρσενικό και θηλυκό ενήλικο του δάκου της ελιάς. Ευδιάκριτος είναι ο ωοθέτης του θηλυκού. (FAO/IAEA, 2009).

Προέλευση και γεωγραφική εξάπλωση: Επειδή ο δάκος της ελιάς εναποθέτει τα αυγά του και οι προνύμφες του αναπτύσσονται μόνο μέσα στο μεσόκαρπιο των καρπών του γένους *Olea*, η εξάπλωσή του είναι γνωστή μόνο από τη ζώνη καλλιέργειας της ελιάς. Πιο συγκεκριμένα ο δάκος τρέφεται σε καρπούς:

- της Ευρωπαϊκής ελιάς, *Olea europaea* ssp. *europaea* L. (που περιλαμβάνει τόσο τις καλλιεργούμενες ελιές όσο και τις άγριες “oleaster”),
- της συγγενικής Αφρικανικής και Ασιατικής άγριας ελιάς, *O. europaea* ssp. *cuspidata* (Wall ex G. Don) Cif., η οποία απαντάται κυρίως στις νότιες και ανατολικές περιοχές της Αφρικής, στην Αραβική χερσόνησο, και στην Ασία όπου φτάνει μέχρι τα νοτιοδυτικά της Κίνας (Hoelmer *et al.*, 2011),
- των *Olea chrysophylla* Lam. και *Olea verrucosa* (Willd.),

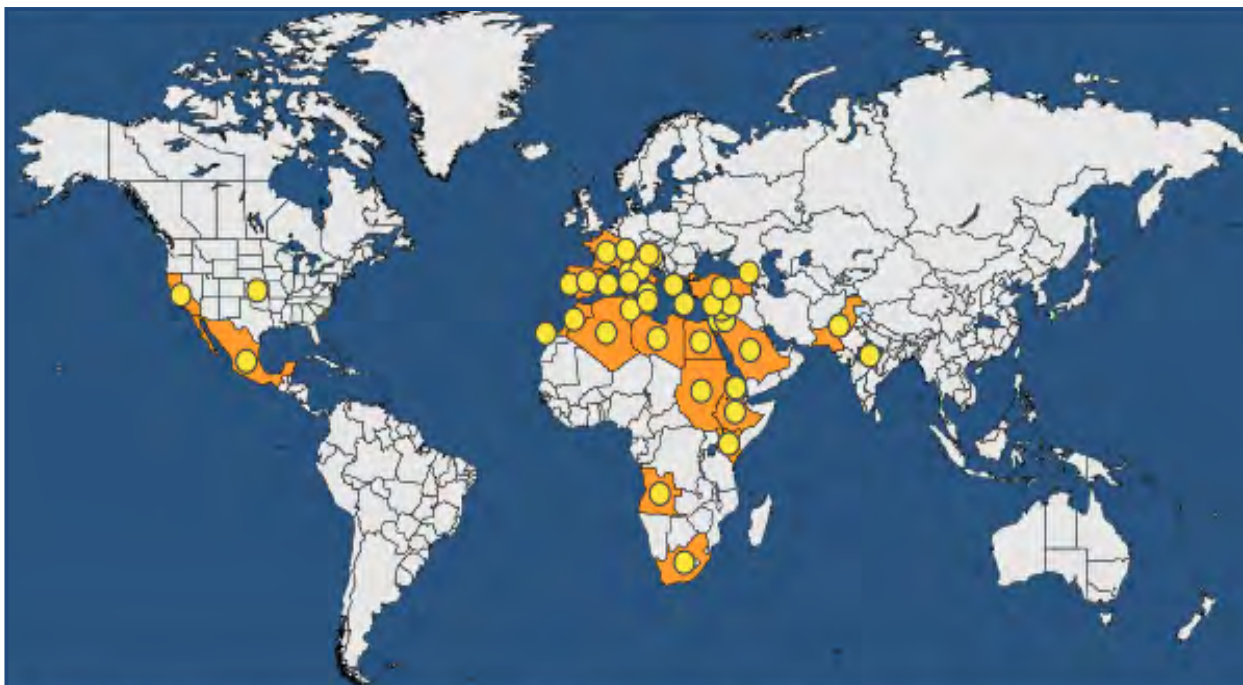
γι' αυτό το λόγο, ο δάκος της ελιάς θεωρείται ολιγοφάγο έντομο, αν και πολλοί συγγραφείς τον θεωρούν ως μονοφάγο αφού τρέφεται μόνο με τους καρπούς των προαναφερόμενων ειδών του γένους *Oleae*. Από πρόσφατες δειγματοληψίες, ο δάκος βρέθηκε να τρέφεται στις Κανάριες Νήσους σε καρπούς του είδους *O. europaea* ssp. *guanchica* Vargas *et al.* (Vargas *et al.*, 2001) και στο Μαρόκο στο *O. europaea* ssp. *maroccana* (Greuter and Burdet) (Hoelmer *et al.*, 2011). Γενικότερα, η γεωγραφική εξάπλωση του εντόμου καθορίζεται και περιορίζεται από τα όρια της γεωγραφικής κατανομής της ελαιοκαλλιέργειας (Εικ. 2).



Εικόνα 2: Φυσική κατανομή της *O. europaea* ssp. *europaea* και *O. europaea* ssp. *cuspidata* (περιοχές με μαύρο φόντο). Εξαιτίας της στενής σχέσης του δάκου με την ελιά, η εξάπλωση του δάκου είναι συνυφασμένη με εκείνη της ελιάς (στην Κίνα δεν υπάρχουν ακόμη αναφορές για την ύπαρξη του δάκου). Η ευδιάκριτη ασυνεχής κατανομή στην Ασία και την Αφρική οφείλεται πιθανόν στην έλλειψη στοιχείων σε ορισμένες περιοχές (Hoelmer *et al.*, 2011).

Το *B. oleae* είναι ευρέως διαδεδομένο στις χώρες της λεκάνης της Μεσογείου και κυρίως σ' αυτές της Ευρώπης όπου και απαντάται η πλειοψηφία των καλλιεργούμενων εκτάσεων παγκοσμίως (Πιν. 5). Η γεωγραφική κατανομή του δάκου της ελιάς εκτείνεται από δυτικά προς ανατολικά, από τις Κανάριες Νήσους έως τη βορειοδυτική Ινδία περιλαμβάνοντας περιοχές όπως τις Βαlearίδες νήσους, Μέση Ανατολή και Πακιστάν. Από βορρά προς νότο, από τη Νότια Γαλλία, Σλοβενία στις χώρες της βόρειας Αφρικής και από εκεί έως τη Νότια Αφρική κατά μήκος των ανατολικών ακτών της Αφρικής (Εικ. 3). Στην Αμερική, ο δάκος καταγράφηκε για πρώτη φορά στις 19 Οκτωβρίου του 1998 στην Καλιφόρνια στο δυτικό Λος Άντζελες των Η.Π.Α. (Rice, 2000, Rice *et al.*, 2003), ενώ τα επόμενα έτη εξαπλώθηκε (Εικ. 4) και στην

υπόλοιπη Καλιφόρνια (1999), Central Valley (2000), Marin, Napa, Sonoma, Solano (2001), Shasta, El Dorado και Lake Counties (2002) (Phillips and Rice, 2001; Vossen *et al.*, 2004; Weems and Nation, 2009).



Εικόνα 3: Χάρτης γεωγραφικής εξάπλωσης του *B. oleae*. (EPPO, 2014)

Οι πληθυσμοί του δάκου της ελιάς που εισέβαλλαν στην Καλιφόρνια, ύστερα από βιολογικές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν υποδεικνύουν ότι προέρχονταν από τους Μεσογειακούς πληθυσμούς του εντόμου (Burrack *et al.*, 2011) και πιθανότερα από εκείνους της ανατολικής πλευράς της λεκάνης της Μεσογείου (Zygouridis *et al.*, 2009). Σήμερα ο δάκος της ελιάς φαίνεται να απαντάται σε όλες τις περιοχές της Καλιφόρνια στις οποίες καλλιεργείται η ελιά (Weems and Nation, 2009; Zalom *et al.*, 2009) και έχει επεκταθεί και στο Βόρειο Μεξικό.



Fig. 1. Years of initial olive fruit fly detection in California counties.

Εικόνα 4: Χρωματική απεικόνιση των ετών πρώτης εμφάνισης του δάκου της ελιάς σε επαρχίες της Καλιφόρνια, όπου φαίνεται η γεωγραφική του εξάπλωση ανά έτος (Burrack *et al.*, 2011).

Για την προέλευση του *B. oleae*, υπάρχουν μαρτυρίες από τον 3^ο αιώνα π.Χ. για προσβολή ελαιοκάρπου από δάκο στην περιοχή της Μεσογείου, η δε γεωγραφική διασπορά πολλών συγγενικών ειδών του δάκου στην περιοχή της Ινδίας, αποτελεί ένδειξη για την πιθανή περιοχή της πρώτης εμφάνισης του είδους (Goulielmos *et al.*, 2003). Οι «πτάμενες κάμπιες» που παρασιτούσαν ελιές όπως αναφέρει ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος στον 17^ο τόμο (Δέντρα και αμπέλι) της εγκυκλοπαίδειας που συνέγραψε με τίτλο «Φυσική Ιστορία» (*Naturalis Historia*) δύο χιλιάδες έτη πριν, δεν είναι άλλες από τα ενήλικα του δάκου της ελιάς (Hoelmer *et al.*, 2011).

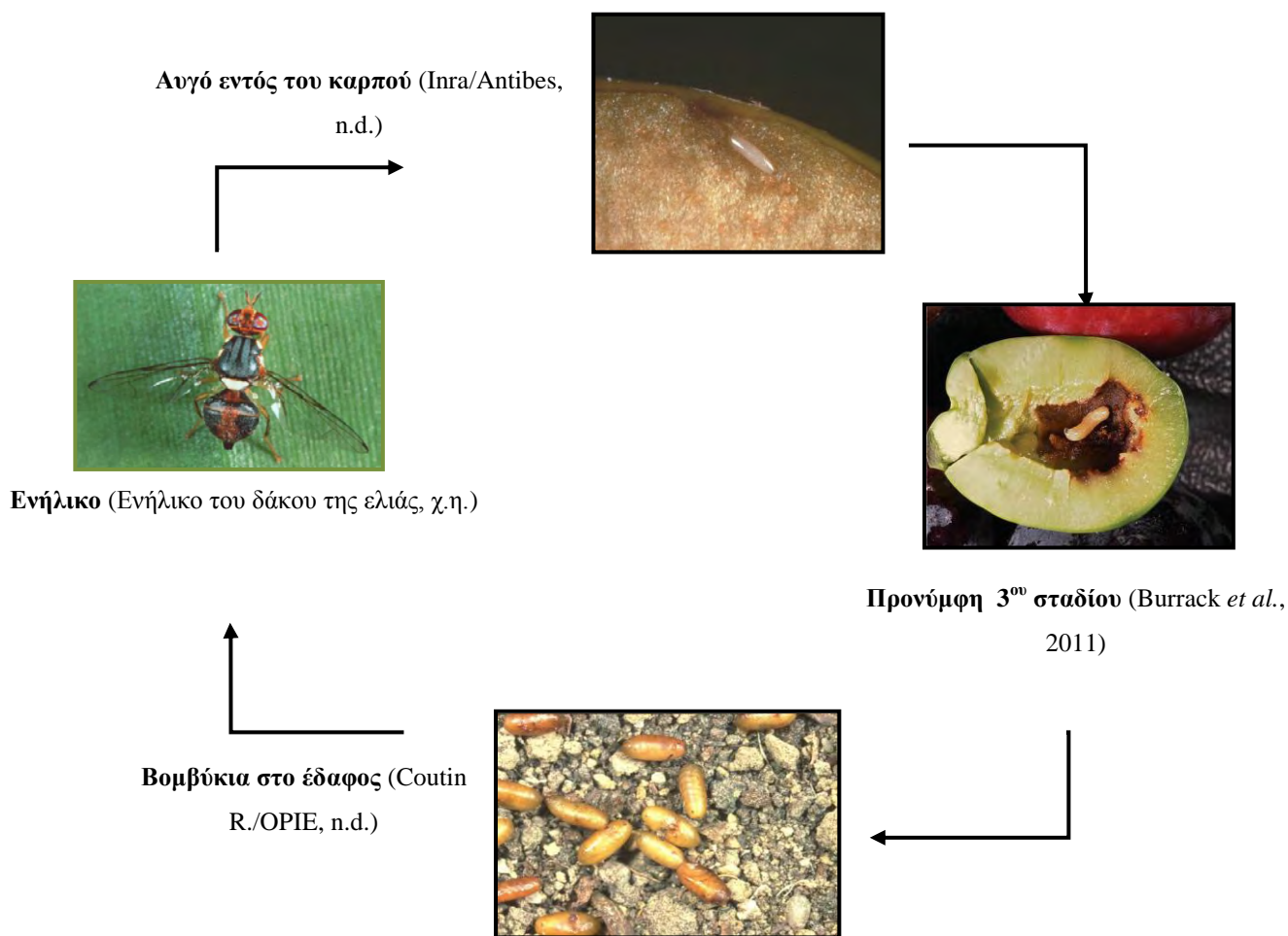
Πίνακας 5: Γεωγραφική κατανομή του δάκου της ελιάς (Τροποποιημένος πίνακας του EPPO – European and Mediterranean Plant Protection Organization, Τελευταία ενημέρωση στις 31 Οκτωβρίου 2014).

Κατάσταση	Ήπειρος	Χώρα
Ευρεία εξάπλωση	Ευρώπη	Κύπρος, Πορτογαλία, Ελλάδα, Ισπανία (συμπεριλαμβάνονται οι Βαλεαρίδες και Κανάριες Νήσοι), Ιταλία (συμπεριλαμβάνονται οι Σαρδηνία και Σικελία), Γαλλία (συμπεριλαμβάνεται η Κορσική), Μάλτα, Κροατία
	Ασία	Ισραήλ, Πακιστάν, Ιορδανία, Λίβανος, Συρία
Περιορισμένη εξάπλωση	Ευρώπη	Σλοβενία, Μαυροβούνιο
	Αμερική	Η.Π.Α., Μεξικό
	Ασία	Ινδία
Παρουσία του εντόμου αλλά χωρίς να υπάρχουν πολλές λεπτομέρειες σχετικά με την εξάπλωσή του	Ευρώπη	Ελβετία, Γεωργία
	Ασία	Σαουδική Αραβία, Πακιστάν
	Αφρική	Αλγερία, Λιβύη, Αγκόλα, Μαρόκο, Αίγυπτος, Νότια Αφρική, Ερυθραία, Σουδάν, Αιθιοπία, Τυνησία, Κένυα

Οικολογία: Ο δάκος της ελιάς ως ολομετάβολο έντομο, υπόκειται σε σειρά αλλαγών ξεκινώντας από το στάδιο του ωού (αυγού), συνεχίζει ως προνύμφη (τρεις ηλικίες - instars), ακολουθεί το στάδιο όπου νυμφώνεται μέσα σε βομβύκιο που υφαίνει και ολοκληρώνεται ως ενήλικο άτομο. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μορφών είναι τα εξής (Σχήμα 3):

- *Ωό:* σχήμα στενόμακρο και ελλειψοειδές, με μήκος 0,8mm και πλάτος 0,2mm περίπου. Λείο και ελαφρώς οξύ στο ένα άκρο, και γαλακτόχρωμο.
- *Προνύμφη:* Ακέφαλη, άποδη, υπόλευκη ή ανοιχτοκίτρινη. Στο τρίτο προνυμφικό στάδιο το μήκος της μπορεί να φτάσει τα 7 - 8mm με το πρόσθιο μέρος του σώματος στενότερο από το οπίσθιο.

- **Βομβύκιο:** σχήμα ελλειψοειδές, με μήκος 3,5 - 4,5mm και πλάτος 1,5 - 2,5mm περίπου. Λευκός χρωματισμός στην αρχή και καστανοκίτρινος στο τέλος του σταδίου. Το νυμφικό περίβλημα είναι το σκληρυμένο δερμάτιο της αναπτυγμένης προνύμφης (Tzanakakis, 2006).
- **Ενήλικο:** Μήκος 4-5mm. Ο θώρακας είναι κιτρινοκόκκινος με το ραχιαίο τμήμα μαύρο με 2-4 συνήθως επιμήκειες σκοτεινές γραμμές. Οι πτέρυγες είναι υαλώδεις, ιριδίζουσες που φέρουν μια μικρή καστανή κηλίδα (στίγμα) στην άκρη. Στα θηλυκά άτομα, ο ωοθέτης είναι ευδιάκριτος, με το κύριο τμήμα του να είναι μαύρο και με μήκος 1mm περίπου.



Σχήμα 3: Στάδια ανάπτυξης του δάκου της ελιάς.

Ο δάκος της ελιάς θεωρείται ομοδυναμικό έντομο, δηλαδή έντομο που δεν διαπαύει, ενώ αναλόγως την περιοχή και τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες παρουσιάζει 3-5 γενεές το έτος στα περισσότερα γεωγραφικά διαμερίσματα της Ελλάδας. Διαχειμάζει ως ενήλικο σε προφυλαγμένες θέσεις σε περιοχές με ήπιο χειμώνα ή ως νύμφη (pupa) στο έδαφος, ανάλογα με την περιοχή (Tzanakakis, 2006). Στη χώρα μας, η 1^η γενεά του δάκου δραστηριοποιείται την άνοιξη με την άνοδο της θερμοκρασίας από τέλη Μαΐου. Η 2^η γενεά εμφανίζεται στις αρχές με

μέσα Ιουλίου. Ακολουθούν η 3^η και η 4^η γενεά του Αυγούστου και του Σεπτεμβρίου, ενώ μπορεί να υπάρξει και 5^η γενεά μέχρι το Δεκέμβριο σε χρονιές με παρατεταμένα καλοκαίρια. Στην Κρήτη και γενικά σε περιοχές με ήπιο χειμώνα, ο δάκος μπορεί να εμφανίσει μέχρι και 6-7 γενεές το έτος, δύο την άνοιξη, τρεις από το καλοκαίρι μέχρι το φθινόπωρο και δύο από το φθινόπωρο μέχρι το χειμώνα, αν υπάρχουν διαθέσιμοι καρποί για ωοτοκία το χειμώνα και την άνοιξη (Δήμου, 2002). Όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή του δάκου (ύπαρξη διαθέσιμων καρπών για διατροφή και ωοτοκία, θερμοκρασία και σχετική υγρασία κ.α.), οι γενεές μπορούν να διαδέχονται η μία την άλλη χωρίς διακοπή σε όλη τη διάρκεια του έτους. Η ανάπτυξη του εντόμου ενισχύεται στις περιοχές όπου συνυπάρχουν άγριες ελιές μαζί με καλλιεργούμενες που περιλαμβάνουν τόσο πρώιμες όσο και όψιμες ποικιλίες. Σε περιοχές με ήπιο χειμώνα (νησιωτική και Ν. Ελλάδα) είναι δυνατό να συνυπάρχουν στον ελαιώνα όλα τα στάδια του εντόμου (Κούφαλη, 2009). Στην Κρήτη βρέθηκε ότι διαχειμάζει σε όλα τα ανήλικα στάδια και ως ενήλικο, στην Κέρκυρα κυρίως ως νύμφη στο έδαφος, ενώ στη Θεσσαλονίκη διαπιστώθηκε ότι, μέχρι τα μέσα Δεκεμβρίου μέρος του διαχειμάζοντος πληθυσμού του εντόμου βρίσκεται στο στάδιο της προνύμφης ή και της νύμφης, ενώ μετά τον Ιανουάριο ο πληθυσμός του εντόμου αποτελείται αποκλειστικά από ενήλικα άτομα (Κωβαίος και συνεργάτες, 2009).

Η απόσταση της μετακίνησης των ενηλίκων του δάκου μπορεί να φτάσει τα 4-10 χιλιόμετρα ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες της κάθε περιοχής, το ανάγλυφο του εδάφους και τη διαθεσιμότητα του ελαιοκάρπου. Συνήθως, όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι κανονικές η μετακίνηση του εντόμου είναι μικρή (Remund *et al.*, 1977). Ειδικότερα, για τη μελέτη της διασποράς του δάκου της ελιάς, το 1977 οι Fletcher and Karatos (1981) πραγματοποίησαν μαζική απελευθέρωση ενηλίκων του στην Κέρκυρα στις αρχές Ιουνίου, και παρατήρησαν ότι σε ελαιώνες με καρποφορία κατά προσέγγιση 30%, η μέση εκτιμώμενη μετακίνηση του εντόμου έφτανε τα 181m σε διάστημα μιας εβδομάδας. Δύο έτη αργότερα το 1979, πάλι στο νησί της Κέρκυρας στα τέλη Ιουνίου, οι ίδιοι επιστήμονες παρατήρησαν ότι σε ελαιώνες με σχεδόν καθόλου καρποφορία η μέση εκτιμώμενη μετακίνηση του δάκου έφτανε τα 4,3 χλμ την εβδομάδα. Οι Economopoulos *et al.* (1978) παρατήρησαν ότι σε ελαιώνες στη δυτική Κρήτη τον Οκτώβριο μήνα, η μέση εκτιμώμενη μετακίνηση του εντόμου έφτασε τα 4 χλμ την εβδομάδα από το σημείο απελευθέρωσης, ενώ οι Pelekassis *et al.* (1962) σε ένα ημιορεινό ελαιώνα (300m υψόμετρο) στην Εύβοια, διαπίστωσαν ότι η μετακίνηση μπορεί να ανέλθει και στα 10 χλμ. Ο δάκος την άνοιξη και την αρχή του καλοκαιριού μεταναστεύει από τις ημιορεινές περιοχές προς τις πεδινές, ενώ από τα τέλη του φθινοπώρου μετακινείται από τις πεδινές στις ημιορεινές περιοχές (Kounatidis *et al.*, 2008). Η μετακίνηση του δάκου από πεδινές περιοχές προς

ημιορεινές και το αντίστροφο μπορεί να οφείλεται και στην έλλειψη καρπού (Delrio, 1978), αφού οι διαφορετικές κλιματικές συνθήκες διαφοροποιούν την περίοδο της ωρίμανσης των καρπών (ημιορεινές περιοχές = οψιμότερη ωρίμανση).

Τα ενήλικα του δάκου είναι σχετικά μακρόβια ιδιαίτερα αν η διατροφή τους είναι ικανοποιητική, και έχει διαπιστωθεί πως μεγαλύτερη διάρκεια ζωής εμφανίζουν τα άτομα που δεν έχουν συζευχθεί. Ο δάκος για την ανάπτυξή του και την αναπαραγωγή του χρειάζεται διατροφή πλούσια σε αμινοξέα, βιταμίνες, μεταλλικά στοιχεία, υδατάνθρακες και νερό (Tsiropoulos, 1980a, b). Τα ενήλικα του δάκου μετά την έξοδο από το νυμφικό περίβλημα μπορούν να επιβιώσουν για 1-2 ημέρες χωρίς τροφή, καθώς διαθέτουν αποθέματα πρωτεϊνών που φέρουν από το προνυμφικό στάδιο που στα ενήλικα θηλυκά επιτρέπουν την ωρίμανση μερικών αυγών (Δήμου, 2002). Η αναζήτηση της τροφής από τα ενήλικα είναι μια καθημερινή δραστηριότητα, η οποία φτάνει στο μέγιστο τις πρωινές ώρες της ημέρας.

Τα πρώτα ενήλικα άτομα του δάκου την άνοιξη προέρχονται από τις νύμφες του εδάφους που βγαίνουν, τα οποία πετούν σε μεγάλες αποστάσεις και τρέφονται από μελιτώδεις εκκρίσεις του λεκανίου και άλλων κοκκοειδών (Μπρούμας και Κατσόγιαννος, 2009), νέκταρ και γύρη λουλουδιών, φυτικούς χυμούς που βγαίνουν από τραύματα καρπών, φύλλων και βλαστών, και από αποσυντιθέμενους καρπούς. Ο δάκος φαίνεται ότι αναγνωρίζει τα ελαιόδεντρα από:

- τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του φυλλώματος και των κλάδων της ελιάς όπως το χρωματισμό και την οσμή του φυλλώματος, αφού το πράσινο-γκρι χρώμα των φύλλων αντανακλά σε φάσμα 500 - 600nm που βρίσκεται εντός του ορατού φάσματος του δάκου (330 - 650nm) (Delrio, 1985),
- ενώ τον καρπό από τα οπτικά χαρακτηριστικά του όπως χρώμα, σχήμα και το μέγεθός του (Prokopy and Haniotakis, 1975).

Ακόμη, οι καρποί όπου ο δάκος θα φωτοκήσει αναγνωρίζονται από οσμές που προέρχονται από την επιφάνεια των καρπών και τη σκληρότητά τους (Haniotakis and Voyadjoglou, 1978). Έχει αποδειχτεί από ηλεκτροκεραιογράμματα, ότι ο δάκος ανταποκρίνεται σε πτητικές ουσίες του καρπού όπως εξανόλη, οκτανόλη, εννεανόλη, ισοεννεανόλη (Guerin *et al.*, 1983).

Τα αρσενικά άτομα του δάκου θεωρούνται πολυγαμικά αφού συζευγνύονται περίπου μία φορά την ημέρα, τα θηλυκά αντίθετα θεωρούνται ολιγογαμικά αφού σπανίως συζευγνύονται πάνω από μία ή δύο φορές στη διάρκεια της ζωής τους (Tzanakakis *et al.*, 1968; Zervas and Economopoulos, 1982). Μετά τη σύζευξη, τα θηλυκά άτομα του δάκου δεν είναι δεκτικά σε νέα σύζευξη για 15-25 ημέρες, γεγονός που έχει παρατηρηθεί και σε άλλα είδη διπτέρων και αποδίδεται σε ουσίες του σπέρματος που φαίνεται ότι αποτρέπουν την επανασύζευξη

(Tzanakakis *et al.*, 1969; Tzanakakis, 2006). Στη φύση, η ερωτοτροπία και η σύζευξη του δάκου πραγματοποιείται τις απογευματινές ώρες περίπου στο τέλος της ημέρας (Cavalloro and Delrio, 1970; Weems and Nation, 2009), όταν η ένταση του φωτός είναι χαμηλή (Tzanakakis, 2006), ενώ η ωοτοκία πάνω στους καρπούς από τα ώριμα αναπαραγωγικά θηλυκά αρχίζει με την αρχή της φωτόφασης και διαρκεί 6-13 λεπτά κάθε φορά (Genc and Nation, 2008). Έχει παρατηρηθεί ότι η έναρξη της σύζευξης γίνεται 2-3 ημέρες μετά την έξοδο των ενηλίκων του δάκου από το νυμφικό περίβλημα.

Η έξοδος των ενηλίκων του δάκου από το έδαφος ξεκινάει (Michelakis and Neuenschwander, 1981):

- στις μεν πεδινές περιοχές, τον Φεβρουάριο και ολοκληρώνεται τον Απρίλιο όπου εμφανίζεται και το μέγιστο των εξόδων,
- στις δε ορεινές περιοχές τον Απρίλιο και ολοκληρώνεται τον Ιούνιο, με μέγιστο τον Μάιο.

Η έξοδος των ενηλίκων από το έδαφος την άνοιξη συνοδεύεται από μεγάλο ποσοστό θνησιμότητας των ατόμων που εμφανίζεται κυρίως από τα τέλη Μαΐου έως τις αρχές Ιουνίου. Στις αρχές Ιουνίου η θνησιμότητα αυτών των ενηλίκων είναι υψηλή συνήθως όταν η θερμοκρασία είναι πάνω από 30°C και η σχετική υγρασία κάτω από 60% (Michelakis, 1986). Τα ενήλικα άτομα της άνοιξης φτάνουν σε σεξουαλική ωριμότητα και η ωοτοκία από τα θηλυκά ξεκινάει συνήθως τον Ιούλιο, όταν ο καρπός πλησιάζει στο τελικό του μέγεθος και μαλακώσει αρκετά ώστε ο δάκος να μπορεί με τον ωοθέτη του να τον διατρυπήσει και να εναποθέσει τα αυγά του (Εικ. 5). Συνήθως, στο στάδιο αυτό οι καρποί έχουν περίπου το μέγεθος ρεβιθιού και έχει γίνει η πήξη του πυρήνα τους. Το θηλυκό αφού ανοίξει με τον ωοθέτη του χαρακτηριστική τριγωνική οπή ωοτοκίας το κοινώς ονομαζόμενο «νύγμα», εισάγει μέσα στον καρπό μόνο ένα αυγό και ποτέ περισσότερα, αποφεύγοντας τους καρπούς όπου κάποιο άλλο θηλυκό έχει προηγουμένως γεννήσει (Tzanakakis, 1989). Κάθε θηλυκό μπορεί να τοποθετήσει μέχρι 12 αυγά την ημέρα και συνολικά ωοτοκεί 150-400 αυγά στη διάρκεια της ζωής του (Μπρούμας και Κατσόγιαννος, 2009).



Εικόνα 5: Ενήλικο θηλυκό που ωτοκεί πάνω στον ελαιόκαρπο. (Johnson *et al.*, 2011).

Με την ολοκλήρωση της ωοαπόθεσης, το θηλυκό σύρει τον ωοθέτη του στην επιφάνεια του καρπού κυκλικά γύρω από την οπή ωοτοκίας, καλύπτοντάς την με το χυμό του καρπού, καθιστώντας με αυτόν τον τρόπο τον ελαιόκαρπο μη ελκυστικό για ωοτοκία σε άλλα θηλυκά (Neuenschwander *et al.*, 1985) για περίπου 5 ημέρες (Cirio, 1971). Φαίνεται ότι πτητικές ουσίες που έχουν ανιχνευθεί στο χυμό της ελιάς όπως η ακετοφαινόνη, αιθανόλη, βενζαλδεΐδη, πυροκατεχόλη, το υδροξείδιο του χαλκού, η δι-υδροξυφαινόλη (μη-πτητικός μεταβολίτης της ελευρωπαΐνης), και εκκρίνονται από την οπή της ωοτοκίας λειτουργούν αποτρεπτικά για άλλα θηλυκά, τα οποία αποφεύγουν να γεννήσουν σε καρπούς που έχουν ήδη προσβληθεί (Haniotakis and Voyadjoglou, 1978; Cirio and Vita, 1980; Girolami *et al.*, 1981; Neuenschwander *et al.*, 1985; Prophetou-Athanasiadou *et al.*, 1991; Scalzo *et al.*, 1994). Αυτή η συμπεριφορά «σημαδέματος» των ελαιοκάρπων επιτρέπει τη διασπορά των αυγών μεταξύ των κατάλληλων για ωοτοκία καρπών. Περισσότερες από μία ωοτοκίες ανά καρπό παρατηρούνται συνήθως σε περιπτώσεις πολύ πυκνού πληθυσμού του εντόμου ή μικρής παραγωγής (Haniotakis and Voyadjoglou, 1978). Μέσος όρος δύο έως τριών νυγμάτων ωοτοκίας βρέθηκε ότι είναι ικανοποιητικός για την ολοκλήρωση της ανάπτυξης των προνυμφών σε μεσαίου μεγέθους ελαιόκαρπους και έως έξι νύγματα για μεγάλου μεγέθους καρπούς (Tzanakakis, 1989).

Η εξεύρεση κατάλληλης θέσεως ωοτοκίας από τα θηλυκά του δάκου είναι μεγάλης σημασίας καθώς απ' αυτήν εξαρτάται η προνυμφική επιβίωση και η περαιτέρω ανάπτυξη του εντόμου (Fletcher and Prokopy, 1991). Έχει επαληθευτεί από πολλούς συγγραφείς ότι τόσο το μέγεθος (Pucci and Ambrosi, 1981; Jimenez, 1988; Ναβροζίδης και συνεργάτες, 2005) όσο και ο χρωματισμός (Orphanidis *et al.*, 1959; Cirio, 1971; Katsoyannos, 1989) του ελαιοκάρπου παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιλογή της θέσεως ωοτοκίας από τα θηλυκά του δάκου. Παρατηρήθηκε σε ελαιώνες πυκνής φύτευσης στην κομητεία Butte της Καλιφόρνια, ότι η προσβολή σε

μικρόκαρπες ποικιλίες σε συνδυασμό με ελλειμματική άρδευση ήταν μικρότερη σε σχέση με μεγάλοκαρπες ποικιλίες (Burrack *et al.*, 2011). Οι Neuenschwander *et al.* (1985) παρατήρησαν ότι στη σειρά προτίμησης του δάκου ανάλογα με το χρωματισμό των καρπών, πρώτες έρχονταν οι πράσινες ελιές, ακολουθούσαν οι κοκκινωπές και στο τέλος οι μαύρες ελιές. Επίσης, οι Yokohama και Miller (2004) παρατήρησαν ότι οι άγουρες πράσινες ελιές είναι πιο ελκυστικές στο δάκο σε σχέση με τις μαύρες, αλλά ταυτόχρονα οι πράσινες ελιές αποδείχτηκαν και πιο κατάλληλες για την ανάπτυξη των προνυμφών εμφανίζοντας μεγαλύτερα ποσοστά επιβίωσης των ώριμων προνυμφών, νυμφών και ενηλίκων όταν τρέφονταν από αυτές. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Rizzo and Caleca (2006) οι οποίοι διαπίστωσαν ξεκάθαρη προτίμηση του δάκου για τις ανώριμες πράσινες ελιές, σε αντίθεση με τις κοκκινωπές ή τις μαύρες, όπως επίσης διαπίστωσαν και θετική συσχέτιση μεταξύ της προσβολής και του μεγέθους του ελαιοκάρπου, με μεγαλύτερα ποσοστά προσβολής σε μεγάλοκαρπες ποικιλίες ελιάς. Η προτίμηση των ενήλικων θηλυκών για ωοθεσία σε άγουρους πράσινους καρπούς ίσως να αποτελεί μια προσαρμογή που επιτρέπει την ολοκλήρωση της προνυμφικής ανάπτυξης πριν οι καρποί πέσουν στο έδαφος ή συγκομιστούν (Yokohama and Miller, 1993).

Όπως προαναφέρθηκε, τα ενήλικα του δάκου είναι σχετικά μακρόβια και η ωοτοκία από θηλυκά της ίδιας ή διαφορετικών γενεών συνεχίζεται επί βδομάδες και μήνες, ώσπου η πτώση της θερμοκρασίας τα τέλη φθινοπώρου ή τον χειμώνα να εμποδίσει την ωοτοκία. Η εκκόλαψη των αυγών διαρκεί 3-7 ημέρες, και ακολούθως η νεαρή προνύμφη δημιουργεί ακανόνιστες, επιμήκεις στοές στην αρχή επιφανειακές και αργότερα βαθύτερες στο μεσοκάρπιο. Η διάμετρος των στοών αυξάνει με τον καιρό, αφού η προνύμφη υφίσταται τις εκδύσεις και μεγαλώνει σε μέγεθος τρεφόμενη από τη σάρκα του ελαιοκάρπου. Η προνύμφη όταν συμπληρώσει την ανάπτυξη της (3 προνυμφικά στάδια) που διαρκεί 12-14 ημέρες, επανέρχεται προς την επιφάνεια και ανοίγει χαρακτηριστική κυκλική οπή στον καρπό ή αλλιώς ένας είδος θαλαμίσκου (οπή εξόδου του τέλειου εντόμου) τρώγοντας τη σάρκα κάτω από την επιφάνεια του καρπού και αφήνοντας άθικτο το επικάρπιο (εφυμενίδα) στο συγκεκριμένο σημείο (η κοινώς ονομαζόμενη «ψαρολεπίδα»). Όταν ολοκληρωθεί ο σχηματισμός του θαλαμίσκου η προνύμφη τρίτου σταδίου μεταμορφώνεται σε νύμφη μέσα στο νυμφικό περίβλημα (rurarium). Η ανάπτυξη της νύμφης ολοκληρώνεται σε 7-10 ημέρες και στη συνέχεια τα ενήλικα άτομα του δάκου εξέρχονται από το βομβύκιο από χαρακτηριστική επιμήκης σχισμή που βρίσκεται μόνο από τη μία πλευρά του βομβυκίου και σπάζει την «ψαρολεπίδα» εγκαταλείποντας με αυτόν τον τρόπο τον ελαιοκάρπο (Εικ. 6).

Εικόνα 6: Ενήλικο του δάκου της ελιάς τη στιγμή που εξέρχεται από τον ελαιόκαρπο. (Toscana Servizio Fitosanitario Regionale, n.d.).



Η επιβίωση των ενήλικων του δάκου της ελιάς εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και κυρίως από τη διαθεσιμότητα τροφής και τις ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής, και κυμαίνεται από 2-6 μήνες (Rice, 2000). Το καλοκαίρι και στις αρχές Σεπτεμβρίου που η δραστηριότητα των ενηλίκων είναι μεγάλη και οι καρποί άφθονοι, η διάρκεια ζωής τους δεν είναι μεγαλύτερη από 6-8 βδομάδες (Tzanakakis, 2006). Ειδικότερα, κάτω από ευνοϊκές συνθήκες ο βιολογικός κύκλος του δάκου διαρκεί περίπου 30 ημέρες το καλοκαίρι, 40 ημέρες το φθινόπωρο και σχεδόν 90 ημέρες το χειμώνα. Επειδή οι συνθήκες δεν είναι σταθερές στη φύση, εμφανίζεται ευρεία παραλλακτικότητα στη χρονική διάρκεια κάθε αναπτυξιακού σταδίου του εντόμου. Συγκεκριμένα, η περίοδος εκκόλαψης των αυγών διαφέρει από 2-4 ημέρες το καλοκαίρι, 4-10 ημέρες το φθινόπωρο, ως και 12-19 ημέρες στο τέλος του φθινοπώρου και το χειμώνα (Martelli, 1908; Silvestri, 1914; Martelli, 1965). Η αντίστοιχη περίοδος ανάπτυξης της προνύμφης μέσα στον ελαιόκαρπο ολοκληρώνεται σε 18-47 ημέρες το φθινόπωρο, σε 63 και άνω ημέρες το χειμώνα και σε περίπου 20 ημέρες την άνοιξη (Fletcher and Karatos, 1983). Οι νύμφες είτε μέσα σε καρπούς είτε μέσα στο έδαφος ολοκληρώνουν την ανάπτυξή τους σε 16 ημέρες το καλοκαίρι, 12-88 ημέρες το φθινόπωρο, 41-92 ημέρες το χειμώνα και 17-21 ημέρες την άνοιξη (Fletcher and Karatos, 1983).

Η νύμφωση του δάκου το καλοκαίρι που ο καρπός είναι πράσινος γίνεται μέσα στον ελαιόκαρπο, το φθινόπωρο και τον χειμώνα που ο καρπός είναι μαύρος (ώριμος, λαδωμένος) πραγματοποιείται στο έδαφος σε μικρό βάθος (Cavalloro and Delrio, 1975) ώστε να μην αντιμετωπίζει δυσκολία κατά την έξοδό του από αυτό. Φαίνεται δηλαδή ότι εάν ο δάκος θα εγκαταλείψει τον ελαιόκαρπο για να μεταμορφωθεί σε νύμφη στο έδαφος, εξαρτάται από την κατάσταση ωριμότητας του καρπού (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003). Ο Ζιώγας (1996) τη συγκεκριμένη συμπεριφορά του εντόμου την αποδίδει στην υψηλή ελαιοπεριεκτικότητα του

καρπού η οποία επιφέρει αλλαγή του pH, και το οποίο επηρεάζει κατ' αυτόν τον τρόπο την προνύμφη (Ζιώγας 1996). Πολλοί ερευνητές επίσης πιστεύουν, ότι ο λόγος αυτής της μετακίνησης είναι η αποφυγή δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών, αφού οι νύμφες παραμένοντας στον καρπό κατά τη θερμή θερινή περίοδο αποφεύγουν τις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στην επιφάνεια του εδάφους. Από τον Οκτώβριο και έπειτα, που οι θερμοκρασίες πέφτουν κάτω από τα θνησιγόνα επίπεδα, η μετακίνηση των προνυμφών στο έδαφος τις προστατεύει από τα πουλιά που τρώνε τους ωρίμους, πλέον, καρπούς (Karatos & Fletcher, 1984).

Ο πληθυσμός του δάκου της ελιάς αυξάνει ιδιαίτερα κατά το Σεπτέμβριο και Οκτώβριο, και ιδιαίτερα όταν ο καιρός είναι σχετικά υγρός και ζεστός αυξάνει η επικινδυνότητα για προσβολή του ελαιοκάρπου. Οι Broufas *et al.*, (2009) αναφέρουν ότι σχετική υγρασία μεταξύ 55% και 75% αυξάνει την μακροβιότητα των θηλυκών ατόμων του δάκου. Αντίθετα, οι υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν τους καλοκαιρινούς μήνες και η χαμηλή ατμοσφαιρική υγρασία δεν ευνοούν το δάκο της ελιάς (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003), γι' αυτό και τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο η δραστηριότητα του εντόμου και η εναπόθεση ωών από τα θηλυκά διακόπτεται και παρατηρούνται σχετικά χαμηλά ποσοστά προσβολής. Γενικά, σε θερμοκρασίες άνω των 35°C ο δάκος αναστέλλει τις ωοτοκίες (Karatos, 1981) και διακόπτει κάθε δραστηριότητά του (Μπρούμας και Κατσόγιαννος, 2009). Οι Broufas *et al.*, (2009) αναφέρουν ότι η χαμηλή σχετική υγρασία (12-33%) επηρεάζει αρνητικά την ωοπαραγωγή, καθώς παρεμποδίζει την δημιουργία ωαρίων στις ωοθήκες και συνεπώς αναστέλλει τις ωοτοκίες. Έτσι, κατά τις ζεστές και ξηρές ημέρες του καλοκαιριού, παρατηρούνται συχνά νύγματα δάκου στους καρπούς χωρίς εναποθέσεις αυγών (άγονα νύγματα). Οι υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 30°C) και η χαμηλή σχετική υγρασία (20-25%) εκτός της επίδρασης που παρουσιάζουν στη συμπεριφορά του δάκου στην ωοτοκία, επίσης δεν ευνοούν την ανάπτυξη των προνυμφών, και γι' αυτό κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού παρατηρείται συχνά υψηλή θνησιμότητα στις νεαρές προνύμφες και στα αυγά εντός του καρπού (Fletcher and Karatos, 1981). Οι Johnson *et al.* (2011) διαπίστωσαν ότι σε θερμοκρασίες που κυμαίνονταν από 18°C τη διάρκεια της νύχτας και 35°C την ημέρα, η θνησιμότητα στα αυγά έφτανε το 49%, ενώ καμία προνύμφη 1^{ου} σταδίου δεν κατάφερε να μεταβεί στο δεύτερο στάδιο ανάπτυξης. Ορισμένες φορές στο παρελθόν, οι θνησιγόνες επιδράσεις ήταν τόσο έντονες που οι πληθυσμοί του εντόμου δεν ανέκαμψαν ποτέ κατά το υπόλοιπο της καλλιεργητικής περιόδου (Orphanidis and Karayannis, 1958; Neuenschwander and Michelakis, 1979; Δήμου, 2002). Οι υψηλές θερμοκρασίες και η χαμηλή σχετική υγρασία που επικρατεί τους καλοκαιρινούς μήνες παρουσιάζουν και έμμεση επίδραση στους πληθυσμούς του

δάκου, αφού οι ελαιόκαρποι αφυδατώνονται, συρρικνώνονται και γίνονται ακατάλληλοι για να συντηρήσουν τα ανήλικα στάδια (Δήμου, 2002). Αντίθετα, η αυξημένη σχετική υγρασία γενικά ευνοεί το δάκο με άμεσες αλλά και έμμεσες επιδράσεις. Άμεσα γιατί μπορεί να μειώσει τις επιπτώσεις ενός θερμικού στρες κατά τη θερμή περίοδο, και έμμεσα γιατί συντελεί στην αύξηση του μεγέθους του ελαιοκάρπου, γεγονός που τον καθιστά περισσότερο ελκυστικό για προσβολή (Δήμου, 2002). Έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε αρκετές περιοχές της Ελλάδας και της Ιταλίας, έχουν δείξει ότι υπάρχει μία περίοδος αναπαραγωγικής ανωριμότητας των θηλυκών ατόμων του δάκου της ελιάς, καθώς καταστέλλεται η ωρίμανση αυγών και η οποία εκτείνεται από το τέλος της άνοιξης έως τις αρχές με μέσα του καλοκαιριού (Fletcher *et al.*, 1978; Broufas *et al.*, 2009; Burrack *et al.*, 2011).

Η οπή ωοτοκίας του δάκου διευκολύνει την εγκατάσταση του μύκητα *Camarosporium dalmaticum* Berl. And Volg., γνωστού και ως *Sphaeropsis* ή *Macrophoma dalmatica*, που προκαλεί την «ξεροβούλα» (Εικ. 7α) στις άγουρες και τη «σαποβούλα» στις ώριμες ελιές (Εικ. 7β). Στη θέση ωοτοκίας του δάκου ακολουθεί συχνά ωοτοκία του εντόμου *Prolasioptera*



Εικόνα 7α: Ξεροβούλα σε ελαιόκαρπο. (Κουρνάζης, χ.η.)



Εικόνα 7β: Σαποβούλα σε ελαιόκαρπο. (Κουρνάζης, χ.η.)

berlesiana Paoli (Diptera: Cecidomyiidae, κοινώς Λασιόπτερα ή κηκιδόμυγα των καρπών της ελιάς), που βοηθά την εξάπλωση του μύκητα στον ελαιόκαρπο και πιθανότατα τον μεταφέρει εκεί (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003). Η προνύμφη του *P. berlesiana* αναπτύσσεται μέσα στον ελαιόκαρπο τρεφόμενη κυρίως με το μυκήλιο του μύκητα και στην αρχή της ζωής της από το αυγό του δάκου (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

Όπως είναι γνωστό, συμβιωτικά βακτήρια φιλοξενούνται στον πεπτικό σωλήνα των προνυμφών και στον ωοθήτη των ενηλίκων ατόμων του δάκου της ελιάς (Petri, 1909). Μία σειρά κυρίως μικροβιολογικών μελετών έχουν αναφέρει δεδομένα σχετικά με τον αριθμό, το είδος και το ρόλο των μικροοργανισμών, που απαντούν στο δάκο της ελιάς (Hagen 1966; Fytizas and

Tzanakakis, 1966; Tsiropoulos, 1983; Konstantopoulou *et al.*, 2005; Capuzzo *et al.*, 2005). Κατά την ωοτοκία, τα συμβιωτικά βακτήρια που βρίσκονται στο εσωτερικό του ωοθήτη του θηλυκού, επαλείφονται στο αυγό και από εκεί μπαίνουν στον πεπτικό σωλήνα της νεαρής προνύμφης κατά την εκκόλαψη (Tzanakakis, 2006; Sacchetti *et al.*, 2008; Ναβροζίδης και Ανδρεάδης, 2012). Η προνύμφη έχει ανάγκη της παρουσίας συμβιωτικών βακτηρίων στον πεπτικό της σωλήνα για να μπορέσει να υδρολύσει τις πρωτεΐνες του μεσοκαρπίου της ελιάς, όταν η ελιά είναι πράσινη (Hagen, 1966; Tzanakakis and Stavrinides, 1973). Τα βακτήρια αυτά διαθέτουν πρωτεολυτικά ένζυμα που βοηθούν στην αποικοδόμηση της φυτικής πρωτεΐνης και στη λήψη απαραίτητων αμινοξέων για το έντομο (Fletcher, 1987). Μέχρι πρότινος, θεωρούνταν ότι το επικρατέστερο συμβιωτικό βακτήριο που βρισκόταν στον ωοθήτη και στον πεπτικό σωλήνα του δάκου ήταν του *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* (Smith) που προκαλεί την καρκίνωση ή φυματίωση της ελιάς (Tzanakakis, 2006). Όμως, πρόσφατες έρευνες ανατρέπουν τις παλιότερες θεωρήσεις, αφού με τη χρήση σύγχρονων μοριακών μεθόδων δεν έχει ανιχνευθεί το βακτήριο *P. syringae* pv. *savastanoi* σε ενήλικα του εντόμου, χωρίς να μπορεί να αποκλειστεί η παρουσία του. Τουναντίον, τα επικρατέστερα συμβιωτικά βακτήρια που απομονώνονταν στις πιο πρόσφατες έρευνες στον οισοφάγο, μεσέντερο και ωοθήτη του εντόμου, είναι του *Candidatus Erwinia dacicola* και του *Acetobacter tropicalis* (Sacchetti *et al.*, 2008; Kounatidis *et al.*, 2009; Crotti *et al.*, 2010; Jurkevitch, 2011; Estes *et al.*, 2012).

Οικονομική σημασία του δάκου: Ο δάκος αποτελεί τον σοβαρότερο εχθρό της ελιάς στη χώρα μας αλλά και σε άλλες παραμεσόγειες χώρες, αφού είναι σημαντική η ποσοτική και ποιοτική υποβάθμιση που επιφέρει στην ελαιοπαραγωγή, γι' αυτό και έχει μελετηθεί όσο κανένα άλλο έντομο. Σε χρονιές με υψηλούς πληθυσμούς μπορεί να δημιουργήσει ανυπολόγιστες ζημιές με απώλειες που μπορούν να φτάσουν το 80% στις περιπτώσεις που δεν ληφθούν μέτρα αντιμετώπισης, συνήθως όμως οι ζημιές αναλόγως τη χώρα κυμαίνονται στο 40-50% κατά μέσο όρο της συνολικής παραγωγής (Mazomenos *et al.*, 2002; Haniotakis, 2005). Οι απώλειες στην παραγωγή από το δάκο ποικίλουν από χρονιά σε χρονιά και από περιοχή σε περιοχή, και είναι πολύ μεγαλύτερες στις χώρες όπου δεν εφαρμόζονται προγράμματα μαζικής καταπολέμησης. Στην Ελλάδα όπου εφαρμόζεται το πρόγραμμα της δακοκτονίας υπό την εποπτεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, οι απώλειες στην παραγωγή κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα της τάξεως του 5-15% (Economopoulos, 1979; Haniotakis, 2005), ενώ σε

περίπτωση που δεν εφαρμοζόταν το πρόγραμμα της δακοκτονίας η ζημιά που θα μπορούσε να προκαλέσει το έντομο θα ήταν 35% κατά μέσο όρο περίπου (Economidou, 1977).

Η πρόωγη πτώση του ελαιοκάρπου που συντελείται μέχρι τον Αύγουστο δεν αποτελεί πολύ σημαντική ζημιά, καθώς το ελαιόδεντρο φυσιολογικά είναι σε θέση να αναπληρώσει τη ζημιά (όταν η καρπόπτωση είναι μέχρι 10%) εξαιτίας της αύξησης του βάρους και της ελαιοπεριεκτικότητας των υπόλοιπων καρπών του δέντρου. Όταν η καρπόπτωση συντελείται μέσα στο Σεπτέμβριο, η αναπλήρωση της ζημιάς με αύξηση του βάρους και της ελαιοπεριεκτικότητας των υπολοίπων καρπών είναι ασθενέστερη και συντελείται για καρπόπτωση μέχρι 5% (Neuenschwander *et al.*, 1980). Η αναπλήρωση της ζημιάς είναι εμφανέστερη κυρίως στα αρδευόμενα ελαιόδεντρα.

Όσο σημαντική είναι όμως η ποσοτική ζημιά που προκαλεί ο δάκος, άλλο τόσο σημαντική είναι και η ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος, είτε αναφερόμαστε σε βρώσιμες είτε σε ελαιοποιήσιμες ελιές. Η ζημιά που προκαλεί ο δάκος στις ελαιοποιήσιμες ποικιλίες μπορεί να συνοψισθεί στα παρακάτω :

- ποσοτική μείωση της παραγωγής λόγω της εσωτερικής κατανάλωσης του μεσοκαρπίου από το έντομο (ο δάκος καταναλώνει περίπου το 1/5 – 1/4 του μεσοκαρπίου ενός μέσου μεγέθους καρπού) (Neuenschwander *et al.*, 1980),
- διατροφική και εμπορική υποβάθμιση της αξίας του ελαιολάδου λόγω αύξησης της οξύτητας (7-8 βαθμοί έως 15-20 σε σοβαρές προσβολές), η οποία προκαλείται από τις δευτερογενείς μολύνσεις από φυτοπαθογόνους μύκητες και βακτήρια που αναπτύσσονται στις στοές που δημιουργούν οι προνύμφες και στα νύγματα ωτοκίας. Η υποβάθμιση σχετίζεται με την αλλοίωση των αργανοληπτικών χαρακτηριστικών του ελαιολάδου εξαιτίας της άσχημης οσμής χρώματος (Neuenschwander and Michelakis, 1978) και γεύσης που αποδίδονται στις προνύμφες του δάκου στους ελαιόκαρπους που έχουν υποστεί έκθλιψη,
- πτώση του καρπού πριν τη συγκομιδή,

στις δε βρώσιμες ελιές:

- απόρριψη των βρώσιμων ελιών λόγω ποιοτικής υποβάθμισης, αφού υπάρχει μηδενική ανοχή από τους επεξεργαστές, τυποποιητές και εμπόρους αυτών (Burrack *et al.*, 2011)
- πτώση του καρπού πριν τη συγκομιδή

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτή η ανάγκη ανάπτυξης αποτελεσματικών μεθόδων και εντομοκτόνων που θα περιορίζουν δραστικά τη δράση του δάκου, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα την προστασία του περιβάλλοντος και την υγεία του καταναλωτή. Για την καταπολέμηση του δάκου δαπανώνται αξιόλογα ποσά από το ελληνικό κράτος συμπεριλαμβανομένου του κόστους των ερευνών που αποσκοπούν στη βελτίωση των μεθόδων καταπολέμησής του.

Καταπολέμηση: Για την καταπολέμηση του δάκου της ελιάς η σύγχρονη τάση στην οποία συγκλίνουν οι περισσότερες χώρες, είναι η ολοκληρωμένη καταπολέμηση εχθρών (**IPM** – **I**ntegrated **P**est **M**anagement) η οποία δεν αποτελεί μία μεμονωμένη μέθοδο, αλλά μία συγκροτημένη και συντονισμένη στρατηγική, η οποία ενσωματώνει πολλές μεθόδους, με προτεραιότητα σε αυτές που παρουσιάζουν προληπτικό χαρακτήρα και βοηθούν προς την κατεύθυνση της αειφορίας των φυσικών πόρων και των τοπικών οικοσυστημάτων, αφήνοντας ως έσχατη λύση τη χημική καταπολέμηση. Οι πιο κοινές μέθοδοι καταπολέμησης του δάκου της ελιάς είναι οι εξής:

✚ *Καταπολέμηση με χρήση παγίδων*

- Μαζική παγίδευση (mass trapping) με χρήση παγίδων που φέρουν ελκυστικές ουσίες και συνθετικό εντομοκτόνο

✚ *Χημική καταπολέμηση (συνθετικά εντομοκτόνα)*

- Προληπτική μέθοδος (δολωματικοί ψεκασμοί – bait sprays)
- Θεραπευτική μέθοδος (ψεκασμοί κάλυψης – cover sprays)

✚ *Βιολογική καταπολέμηση*

- Χρήση φυσικών εχθρών του δάκου της ελιάς (παρασιτοειδή – αρπακτικά)
- Χρήση εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες, πρωτόζωα, ιοί, νηματώδεις)

✚ *Βιοτεχνολογική καταπολέμηση (δεν εφαρμόζονται ευρέως και δοκιμάζονται ή δοκιμάστηκαν σε πειραματικό στάδιο)*

- Τεχνική του στείρου εντόμου (**SIT** – **S**terile **I**nsect **T**echnique)
- Εξαπόλυση εντόμων τα οποία φέρουν γονίδια ενός επικρατούντος θανατηφόρου γνωρίσματος (**RIDL**[®]: **R**elease of **I**nsects carrying a **D**ominant **L**ethal)
- *Wolbachia* – Επαγόμενη κυτταροπλασματική ασυμβατότητα (**CI** - **C**ytoplasmic **I**ncompatibility) ή αλλιώς μέθοδος του ασύμβατου εντόμου (**IT** – **I**ncompatible **I**nsect **T**echnique)

✚ *Εναλλακτικές μέθοδοι*

- Καλλιεργητικές πρακτικές (διατήρηση φυσικής βλάστησης, απομάκρυνση εναπομείναντων ελαιοκάρπων μετά τη συγκομιδή, καταπολέμηση του λεκανίου της ελιάς, επιλογή ανεκτικών ποικιλιών, χρήση «ελαιοδέντρων-παγίδων»)
- Παρεμπόδιση σύζευξης (χρήση εξατμιστήρων σεξουαλικής φερομόνης)
- Χρήση αποθητικών ουσιών των εντόμων και αποτρεπτικών ουσιών ωτοκίας (semiochemicals, καολίνης κ.α.)

Στη χώρα μας η καταπολέμηση του δάκου της ελιάς όπως έχει προαναφερθεί αποτελεί κρατική μέριμνα, για την οποία όμως θα μιλήσουμε διεξοδικότερα σε επόμενο κεφάλαιο.

Καταπολέμηση με χρήση παγίδων

Η παρακολούθηση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς πραγματοποιείται με χρήση ποικίλων τύπων παγίδων που παρουσιάζουν ελκυστικότητα τόσο για αρσενικά όσο και για θηλυκά άτομα του εντόμου. Οι παγίδες που κυρίως χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου είναι: 1) η παγίδα McPhail και 2) οι κίτρινες χρωματικές κολλητικές παγίδες. Η παγίδα McPhail έχει αποδειχτεί αποτελεσματικότερη σε σχέση με τις κίτρινες χρωματικές κολλητικές παγίδες, στο να συλλαμβάνουν μεγαλύτερο αριθμό ενηλίκων του εντόμου. Οι ελκυστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται είναι:

- σεξουαλική φερομόνη (1,7-dioxaspiro [5,5]undecane) (Benelli *et al.*, 2013)
- τροφικό ελκυστικό (π.χ. κρυσταλλικό όξινο ανθρακικό αμμώνιο)
- συνδυασμός σεξουαλικής φερομόνης και τροφικού ελκυστικού

ή σε άλλους παράγοντες έλξης όπως:

- στο χρωματισμό της παγίδας (μαζί με σεξουαλική φερομόνη ή τροφικό ελκυστικό ή συνδυασμό και των δύο).

Σύμφωνα με τους Broumas and Haniotakis (1994), ο συνδυασμός τροφικού ελκυστικού και φερομόνης φύλου, ελκύει μεγαλύτερους πληθυσμούς τόσο αρσενικών όσο και θηλυκών δάκων.

Ο συνηθέστερος τύπος παγίδας που χρησιμοποιείται εδώ και πολλά έτη είναι η γυάλινη (Εικ. 8) ή η πλαστική (σπανιότερα) παγίδα McPhail, όπου ως ελκυστική ουσία χρησιμοποιείται δικαρβονικό αμμώνιο (Haniotakis, 2005) ή θειική αμμωνία σε διάλυμα 2-3% με νερό. Το δικαρβονικό αμμώνιο βρέθηκε ότι είναι ιδιαίτερα κατάλληλο γι' αυτό το σκοπό και χρησιμοποιείται στις περισσότερες παγίδες, καθώς απελευθερώνει σταθερά αμμωνία όταν



Εικόνα 8: Γυάλινη παγίδα τύπου McPhail
(Γυάλινη παγίδα McPhail, χ.η.).

έρχεται σε επαφή με τον αέρα, το μόριο της οποίας ελκύει αρσενικά και θηλυκά άτομα του δάκου της ελιάς χωρίς να χρειάζεται να διαλυθεί στο νερό, όπως συμβαίνει με τα τροφικά ελκυστικά (Haniotakis, 2005). Ο δάκος εισέρχεται από την κάτω πλευρά της παγίδας όπου υπάρχει άνοιγμα και πνίγεται στο διάλυμα. Το διάλυμα της παγίδας ανανεώνεται κάθε πέντε ημέρες οπότε και γίνεται η καταμέτρηση των συλληφθέντων ενηλίκων του δάκου της ελιάς, οι οποίοι στη συνέχεια απορρίπτονται από την παγίδα. Η βελτιωμένη έκδοση της παγίδας McPhail είναι πλαστική (Εικ. 9) και αποτελείται από δύο τμήματα. Το άνω τμήμα της παγίδας που είναι διαφανές, μέσα στο οποίο τοποθετείται η σεξουαλική φερομόνη και το κάτω τμήμα της παγίδας που είναι ένα αντεστραμμένο κίτρινο χωνί που φέρει το άνοιγμα εισόδου των εντόμων.

Εικόνα 9: Πλαστική παγίδα τύπου McPhail
(Πλαστική παγίδα McPhail, χ.η.).



Επίσης, ευρεία χρήση παρουσιάζουν οι χρωματικές κολλητικές παγίδες, οι οποίες εκμεταλλεύονται τη προτίμηση του δάκου της ελιάς στο κίτρινο χρώμα και πιο συγκεκριμένα στις αποχρώσεις του κίτρινου που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη φωτεινή αντανάκλαση (μήκη κύματος 520-580nm) και είναι ορατή στο έντομο (Delrio *et al.*, 1979; Prokopy *et al.*, 1975). Τέτοιες χρωματικές παγίδες που χρησιμοποιούνται στην παρακολούθηση φυσικών πληθυσμών του δάκου της ελιάς είναι η πλαστική παγίδα κίτρινου φθορίζοντος χρώματος με κόλλα, τύπου Rebell (Εικ. 10), όπως και οι απλές κολλητικές παγίδες κίτρινου χρώματος (Εικ. 11).



Εικόνα 10: Κίτρινη χρωματική κολλητική παγίδα, τύπου Rebell (Rebell Amarillo, n.d.).

Εικόνα 11: Απλή κίτρινη χρωματική κολλητική παγίδα (Yellow sticky trap, n.d.).



Οι κίτρινες κολλητικές παγίδες συνδυάζονται με σεξουαλική φερομόνη και πηγή αμμωνίας, ενώ οι παγίδες McPhail είτε με αμμωνία είτε με πρωτεΐνη. Οι χρωματικές κολλητικές παγίδες ελκύουν τόσο αρσενικά όσο και θηλυκά άτομα του δάκου της ελιάς. Οι απλές χρωματικές κολλητικές παγίδες που δεν φέρουν σεξουαλική φερομόνη (ή άλλη ελκυστική ουσία) αλλά στηρίζουν την ελκυστικότητά τους στο φθορίζον κίτρινο χρώμα τους, φαίνεται ότι ελκύουν άτομα του εντόμου μόνο από κοντινές αποστάσεις, σε αντίθεση με τις αντίστοιχες παγίδες που φέρουν σεξουαλική φερομόνη οι οποίες ελκύουν άτομα του εντόμου και από μεγαλύτερες αποστάσεις.

Όλοι οι τύποι παγίδων που αναφέρθηκαν χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση του δάκου της ελιάς με τη μέθοδο της μαζικής παγίδευσης η οποία θα αναλυθεί αμέσως παρακάτω, εξαιρουμένης της McPhail η οποία χρησιμοποιείται περισσότερο για παρακολούθηση φυσικών πληθυσμών του δάκου παρά για την καταπολέμησή τους. Θα πρέπει να τονιστεί ότι το ποσοστό της προσβολής του ελαιοκάρπου συνήθως δεν σχετίζεται στενά με τον αριθμό των συλλήψεων στις παγίδες, αλλά οι παγίδες μπορούν να δώσουν ενδείξεις σχετικά με την αποτελεσματικότητα των ψεκασμών, όταν συγκρίνουμε τις συλλήψεις πριν και μετά από αυτόν.

Ως συμπληρωματικό μέτρο στην παρακολούθηση φυσικών πληθυσμών του δάκου μαζί με τις παγίδες χρησιμοποιείται και η δειγματοληψία ελαιοκάρπων. Η δειγματοληψία ελαιοκάρπων δίνει άμεσες και έγκυρες πληροφορίες σχετικά με το ποσοστό της προσβολής (γόνιμης ή άγονης), καθώς επίσης και για το μέγεθος του πληθυσμού του εντόμου. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι ως «άγωνα προσβολή» θεωρείται η προσβολή στην οποία υπάρχει

νύγμα δάκου στην επιφάνεια του ελαιοκάρπου, αλλά δεν συνοδεύεται από ύπαρξη αυγού στο μεσοκάρπιο. Αντίθετα, ως «γόνιμη προσβολή» θεωρείται η προσβολή που το νύγμα του δάκου στην επιφάνεια του ελαιοκάρπου, συνοδεύεται και από ύπαρξη αυγού μέσα στο μεσοκάρπιο. Επίσης, η δειγματοληψία προσβεβλημένων ελαιοκάρπων που έχουν πέσει στο έδαφος στο τέλος χειμώνα – αρχές άνοιξης, είναι χρήσιμη και μπορεί να δώσει στοιχεία σχετικά με το μέγεθος του διαχειμάζοντος πληθυσμού.

Μαζική παγίδευση (mass trapping) με χρήση παγίδων που φέρουν ελκυστικές ουσίες και συνθετικό εντομοκτόνο: Η συγκεκριμένη μέθοδος βασίζεται στην αρχή της αποτελεσματικής έλξης των εντόμων-στόχων, σε συσκευές-παγίδες που είναι σχεδιασμένες να ελκύουν και να θανατώνουν ενήλικα του δάκου, με σκοπό τη σύλληψη όσο το δυνατό μεγαλύτερου αριθμού ενήλικων ατόμων και τη μείωση του πληθυσμού του εντόμου στα τοπικά αγροοικοσυστήματα, μειώνοντας κατά συνέπεια και τις απώλειες στην παραγωγή (Yasin *et al.*, 2014). Η μέθοδος της μαζικής παγίδευσης (mass trapping) βασίζεται στις ίδιες αρχές που διέπουν τους δολωματικούς ψεκασμούς (έλξη - θανάτωση) και χρησιμοποιεί τα ίδια ή παρόμοια «εργαλεία», όπως ελκυστικές ουσίες και εντομοκτόνα σκευάσματα. Η μέθοδος χρησιμοποιεί διαφόρων τύπων παγίδες - τροφικές, χρωματικές, φερομονικές (ελκυστικά φύλου) ή συνδυασμό αυτών και κυρίως εφαρμόζεται σε χαμηλούς πληθυσμούς του δάκου της ελιάς.

Η μέθοδος της μαζικής παγίδευσης έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα όταν οι προστατευόμενοι ελαιώνες ήταν απομονωμένοι ή σχετικά απομονωμένοι και, όταν οι πληθυσμοί του δάκου της ελιάς κυμαίνονταν σε χαμηλά ή μέτρια επίπεδα, εξασφαλίζοντας επαρκή προστασία της ελαιοπαραγωγής χωρίς την ανάγκη χημικών ψεκασμών (Μπρούμας και Κατσόγιαννος, 2009). Σε συνθήκες αγρού διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή δύο ψεκασμών με υδροξείδιο του χαλκού, πριν ή μετά την τοποθέτηση των παγίδων, μπορούν να διατηρήσουν την δακοπροσβολή σε χαμηλά επίπεδα, ακόμη και όταν οι πληθυσμοί του εντόμου είναι υψηλοί (Tsoulakis *et al.*, 2011).

Η μέθοδος της μαζικής παγίδευσης σε σύγκριση με τους δολωματικούς ψεκασμούς, παρουσιάζει μικρότερη τιμή έλξης – θανάτωσης, γι' αυτό και πρέπει να χρησιμοποιείται τουλάχιστον 10 ημέρες νωρίτερα από την έναρξη της ωοτοκίας του δάκου, ώστε να θανατώσει τα θηλυκά πριν προσβάλουν τον ελαιόκαρπο (Haniotakis, 2005). Οι Broumas *et al.* (2002) έπειτα από περίπου τέσσερα συνεχή έτη εφαρμογής της μεθόδου μαζικής παγίδευσης σε ελαιώνες στην Τανάγρα Βοιωτίας, με χρήση παγίδων μακράς διάρκειας σε κάθε δεύτερο ελαιόδεντρο, με δόλωμα τόσο δικαυβονικό αμμώνιο όσο και εξατμιστήρες σεξουαλικής φερομόνης, συμπέραναν ότι είναι εφικτή η διατήρηση των πληθυσμών του δάκου της ελιάς κάτω από τα όρια

οικονομικής ζημίας. Κατά τη διάρκεια των πρώτων 2-3 ετών εφαρμογής της μεθόδου, πρέπει να γίνεται χρήση μιας παγίδας σε κάθε ελαιόδεντρο για αποδεκτή προστασία της ελαιοπαραγωγής, και σε ορισμένες περιπτώσεις ακόμη και συμπληρωματικοί δολωματικοί ψεκασμοί ίσως να είναι αναγκαίοι (Broumas *et al.*, 2002). Στο ίδιο συμπέρασμα, ότι η συνδυασμένη χρήση τροφικών ελκυστικών και σεξουαλικής φερομόνης μπορούν να διατηρήσουν τους πληθυσμούς του δάκου της ελιάς μέσα στα όρια οικονομικής ζημίας, κατέληξαν και οι Mazomenos *et al.* (2002) και οι Montiel Bueno and Jones (2002). Στην πράξη φαίνεται ότι σε περιόδους που επικρατούν ιδανικές κλιματικές συνθήκες για την ανάπτυξη υψηλών πληθυσμών του δάκου, καλύτερη προστασία των ελαιώνων επιτυγχάνεται με συνδυασμό δολωματικών ψεκασμών και μαζικής παγίδευσης, σε σχέση με τη χρήση μίας από τις δύο μεθόδους ατομικά (Haniotakis, 2005). Πρέπει να επισημανθεί ότι κατάλληλη θέση για τοποθέτηση των παγίδων, αποτελούν τα σκιερά μέρη στη μέση ή λίγο ψηλότερα της κόμης του ελαιόδεντρου, με ελεύθερο από φύλλα χώρο διαμέτρου 30cm γύρω από την παγίδα (Haniotakis, 2005).

Μειονέκτημα της μεθόδου μαζικής παγίδευσης, αποτελεί το γεγονός ότι το κίτρινο φθορίζον χρώμα ορισμένων τύπων παγίδων παρότι παρουσιάζει υψηλή ελκυστικότητα, έχει μικρή ακτίνα δράσης (Μπρούμας και Κατσόγιαννος, 2009) και πέρα από τα άτομα δάκου προσελκύει και ορισμένα ωφέλιμα έντομα (Haniotakis, 2005).

Χημική καταπολέμηση (συνθετικά εντομοκτόνα)

Η χημική καταπολέμηση με τη μορφή ψεκασμών αποτελεί παραδοσιακά μέχρι και σήμερα, την πιο αποτελεσματική και διαδεδομένη μέθοδο που χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς. Οι κυριότερες δραστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στη χημική καταπολέμηση στη χώρα μας, ανήκουν στις παρακάτω κατηγορίες:

- *Πυρεθροειδή*: alpha-cypermethrin, beta - cyfluthrin, deltamethrin, lambda - cyhalothrin
- *Οργανοφωσφορικά*: dimethoate
- *Σπινωσίνες*: spinosad
- *Νεονικοτινοειδή*: thiacloprid

Για την αποφυγή τοξικών υπολειμμάτων, τους τελευταίους ψεκασμούς πριν τη συγκομιδή των ελαιοκάρπων χρησιμοποιούνται οι διαθέσιμες δραστικές ουσίες με το μικρότερο ελάχιστο μεσοδιάστημα πριν τη συγκομιδή (PHI – **P**re **H**arvest **I**nterval), αποφεύγοντας τα λιποδιαλυτά σκευάσματα όπως τα πυρεθροειδή, και χρησιμοποιώντας υδατοδιαλυτά σκευάσματα όπως το dimethoate που μεγάλο μέρος του φεύγει στο ελαιотριβείο με την υδάτινη φάση (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003). Το σημαντικότερο και συνηθέστερο όμως πρόβλημα που προκύπτει

από τη παρατεταμένη και μακροχρόνια χρήση συνθετικών εντομοκτόνων, είναι η ανάπτυξη ανθεκτικών πληθυσμών των εντόμων στα εντομοκτόνα (ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιείται η ίδια ομάδα εντομοκτόνων και ίδιο τρόπο δράσης), δηλαδή η κληρονομούμενη ικανότητα ενός ατόμου να επιβιώνει σε δόσεις ενός τοξικού παράγοντα που θανατώνουν όλον τον πληθυσμό.

Η μακροχρόνια χρήση οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων (dimethoate, fenthion) επί δεκαετίες, εξαιτίας της χαμηλής υπολειμματικότητας που έχουν, συνετέλεσε στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας πληθυσμών του δάκου στη δραστική ουσία dimethoate, σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας (Vontas *et al.*, 2001; Skouras *et al.*, 2007; Vontas *et al.*, 2011).

Πρόσφατα, διαπιστώθηκε η εμφάνιση χαμηλής ανθεκτικότητας άγριου πληθυσμού δάκου από τη Λέσβο στη δραστική ουσία spinosad, ύστερα από την εφαρμογή ενός 5ετούς πιλοτικού προγράμματος χημικού ελέγχου του εντόμου με χρήση της συγκεκριμένης δραστικής ουσίας (Vontas *et al.*, 2011), όπως επίσης, χαμηλά επίπεδα ανθεκτικότητας παρατηρήθηκαν σε άγριους πληθυσμούς δάκου στην Καλιφόρνια, όπου το spinosad χρησιμοποιούνταν επί 10 συνεχή έτη (Kakani *et al.*, 2010). Όλες οι έρευνες που πραγματοποιούνται σχετικά με την ανθεκτικότητα του δάκου στο spinosad, συγκλίνουν στο συμπέρασμα ότι τα επίπεδα ανθεκτικότητας του εντόμου παρουσιάζουν αύξηση στις περιοχές όπου εφαρμόζεται εντατικά η συγκεκριμένη δραστική ουσία (Kakani *et al.*, 2010). Επίσης, πρόσφατα διαπιστώθηκε η εμφάνιση ανθεκτικότητας άγριου πληθυσμού του δάκου της ελιάς από την Κρήτη στα πυροθροειδή και πιο συγκεκριμένα στη δραστική ουσία alpha-cypermethrin (Maragaritopoulos *et al.*, 2008)

Γενικά, συνοψίζοντας τα παραπάνω, τα επίπεδα ανθεκτικότητας του δάκου της ελιάς στα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα στη χώρα μας είναι χαμηλά, με μια μικρή εξαίρεση ορισμένων περιοχών της Ανατολικής Κρήτης, όπου οι πληθυσμοί του εντόμου φαίνεται να εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές ανθεκτικότητας στη δραστική ουσία dimethoate, καθιστώντας την καταπολέμηση του εντόμου τα τελευταία έτη προβληματική (Skouras *et al.*, 2007; Vontas *et al.*, 2011). Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι ως «ευαίσθητος» πληθυσμός χρησιμοποιήθηκε εργαστηριακός πληθυσμός που εκτρέφεται σε τεχνητές συνθήκες για περισσότερο από 30 έτη. Για τους παραπάνω λόγους, βασική και αναγκαία προϋπόθεση για την αποφυγή φαινομένων ανάπτυξης ανθεκτικότητας του δάκου της ελιάς στα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα, είναι η εναλλαγή δραστικών ουσιών από διαφορετικές ομάδες δράσης κατά την καταπολέμηση του εντόμου.

Η χημική καταπολέμηση συνίσταται στην προληπτική μέθοδο και στην θεραπευτική μέθοδο, οι οποίες αναλύονται διεξοδικότερα παρακάτω.

Προληπτική μέθοδος (δολωματικοί ψεκασμοί – bait sprays): Η προληπτική μέθοδος έχει δολωματικό χαρακτήρα (bait sprays) και έχει ως στόχο να θανατώσει τα ενήλικα και των δύο φύλων (αρσενικά και θηλυκά) του δάκου, πριν προλάβουν να ωοτοκήσουν στον ελαιόκαρπο. Οι δολωματικοί ψεκασμοί από εδάφους των ελαιοδέντρων είναι η μέθοδος που εφαρμόζεται από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και από τις Δ/νσεις Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής όλων των Περιφερειακών Ενοτήτων της χώρας μας, συμπεριλαμβανομένου και της Περιφερειακής Ενότητας Μεσσηνίας όπου βρίσκεται και η περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας.

Οι δολωματικοί ψεκασμοί εκμεταλλεύονται τις διατροφικές συνήθειες των ενηλίκων του δάκου και στηρίζονται στη βρώση του ψεκαστικού διαλύματος από αυτά, αφού το διάλυμα επιπλέον της εντομοκτόνου δραστικής ουσίας, περιέχει είτε τροφικό ελκυστικό (χημική ή ενζυματική υδρολυμένη πρωτεΐνη, αμμωνιακά άλατα, ουρία), είτε μικροκάψουλες σεξουαλικής φερομόνης (1,7dioxaspiro [5.5] undecane) ή άλλα προϊόντα με παρόμοια ελκυστική δράση σε συγκέντρωση 2% ή 3% σε περιπτώσεις μεγάλης πυκνότητας πληθυσμού του δάκου της ελιάς (Haniotakis, 2005). Οι υδρολυμένες πρωτεΐνες προέρχονται από ποικίλες τοπικές πρωτεϊνούχες πηγές και, φαίνεται ότι τα δολώματα που περιέχουν υδρολυμένες πρωτεΐνες προτιμούνται από το δάκο της ελιάς περισσότερο, από τα δολώματα που περιέχουν αμμωνιακά άλατα (Haniotakis, 2005). Έρευνες έδειξαν ότι η προσθήκη εντομοκτόνου στο ελκυστικό διάλυμα μειώνει την ελκυστικότητα του διαλύματος, μείωση η οποία είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση των οργανοφωσφορικών και λιγότερο στα πυρεθροειδή εντομοκτόνα. Παρότι η βρώση του δολώματος δεν είναι απαραίτητη για τη θανάτωση, αφού ο θάνατος έρχεται ως αποτέλεσμα της επαφής του εντόμου με το εντομοκτόνο, ενισχύει τη θανάτωση των ενηλίκων (Haniotakis, 2005).

Οι δολωματικοί ψεκασμοί από εδάφους βασίζονται στην εφαρμογή του ψεκαστικού διαλύματος σε ένα μικρό μέρος της κόμης ή στον κορμό του ελαιόδεντρου (200 – 300 cc ανά δέντρο). Στη χώρα μας οι ψεκασμοί αυτοί πραγματοποιούνται από ειδικά συνεργεία που συγκροτούνται στο πλαίσιο του εθνικού περιφερειακού προγράμματος δακοκτονίας (θα αναφερθούμε διεξοδικότερα σε επόμενο κεφάλαιο) που χρησιμοποιούν επινώτιους ψεκαστήρες για στοχευμένο ψεκασμό. Παλιότερα, οι ψεκασμοί πραγματοποιούνταν με νεφελοψεκαστήρες υψηλής πίεσης που σύρονταν από μικρούς γεωργικούς ελκυστήρες. Ακόμο παλιότερα οι ψεκασμοί διεξάγονταν και από αέρος με ειδικά εξοπλισμένα αεροπλάνα ή ελικόπτερα, αλλά εξαιτίας των μειονεκτημάτων που παρουσίαζαν, απαγορεύτηκαν στην Ευρωπαϊκή Ένωση, και μπορούν να εφαρμοστούν μόνο τοπικά και έπειτα από χορήγηση ειδικής άδειας.

Οι δολωματικοί ψεκασμοί από εδάφους όταν εφαρμοστούν με το σωστό τρόπο και την κατάλληλη χρονική στιγμή, είναι πολύ αποτελεσματικοί, ενώ αν συνυπολογιστούν οι ελάχιστες

δυσμενείς επιδράσεις στο οικοσύστημα και στην ωφέλιμη πανίδα ειδικότερα, τότε δικαιολογείται απόλυτα το ότι αποτελούν την κύρια μέθοδο καταπολέμησης του δάκου της ελιάς στη χώρα μας. Η βασικότερη προϋπόθεση για αυξημένη αποτελεσματικότητα των δολωματικών ψεκασμών αποτελεί ο πρώτος ψεκασμός (μέσα Ιουνίου – αρχές Ιουλίου) να είναι γενικός και να καλύπτει όλα τα ελαιοτεμάχια μιας ευρύτερης περιοχής. Συμπληρωματικά, οι υπόλοιπες προϋποθέσεις για αυξημένη αποτελεσματικότητα των δολωματικών ψεκασμών είναι (Haniotakis, 2005):

- η εφαρμογή περιφερειακής καταπολέμησης του δάκου που θα καλύπτει μεγάλες ελαιοκομικές περιοχές (σε επίπεδο Περιφερειακής Ενότητας ή και Περιφέρειας) και όχι τοπικές εφαρμογές, εξαιτίας της μεγάλης κινητικότητας που παρουσιάζουν τα ενήλικα του εντόμου,
- η χρήση κατάλληλων ελκυστικών ουσιών με εκτεταμένη υπολειμματική διάρκεια (σήμερα οι χρησιμοποιούμενες ελκυστικές ουσίες παρουσιάζουν υπολειμματική δράση 3-7 ημέρες). Αξίζει να τονιστεί ότι η υπολειμματική διάρκεια των ουσιών εξαρτάται από:
 1. την ατμοσφαιρική θερμοκρασία,
 2. τη μέση σχετική υγρασία και
 3. την ταχύτητα του ανέμου,
- η εφαρμογή των ψεκασμών να πραγματοποιείται με ακρίβεια και την κατάλληλη χρονική περίοδο, καθώς η μικρή χρονικά υπολειμματική δράση των ελκυστικών ουσιών δεν επιτρέπει την άκαιρη εφαρμογή της μεθόδου.

Όμως, οι δολωματικοί ψεκασμοί παρουσιάζουν αρκετές αδυναμίες, γι' αυτό και οι επιστήμονες ψάχνουν τρόπους βελτίωσης της μεθόδου στον αγρό, ή προσπαθούν για την ανάπτυξη νέων εναλλακτικών μεθόδων. Πιο συγκεκριμένα, ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της μεθόδου, αν όχι το σημαντικότερο, αποτελεί η μικρή υπολειμματική διάρκεια (3-7 ημέρες) των υφιστάμενων ελκυστικών ουσιών, αφού δεν μπορούν να καλύψουν τη συνεχή εμφάνιση ενηλίκων του δάκου εξαιτίας των επικαλυπτόμενων γενεών του εντόμου ή της μετανάστευσης ενηλίκων στην προστατευόμενη περιοχή (Haniotakis, 2005). Επιπρόσθετα, τα σκευάσματα που χρησιμοποιούνται δεν είναι εκλεκτικά, γι' αυτό όταν εφαρμόζονται σε όλο το φύλλωμα του ελαιόδεντρου και σε μεγάλης κλίμακας περιφερειακά προγράμματα καταπολέμησης του εντόμου, παρουσιάζονται στα αγροοικοσυστήματα αντίθετες επιπτώσεις από τις επιδιωκόμενες (Haniotakis, 2005). Για όλους τους παραπάνω λόγους, τα μεγάλης κλίμακας περιφερειακά προγράμματα ψεκασμών για την καταπολέμηση του δάκου απαιτούν εξαιρετική οργάνωση και συμμετοχή απ' όλους τους ελαιοπαραγωγούς της περιοχής. Η χρονική ακρίβεια

των ψεκασμών απαιτεί ένα αποτελεσματικό σύστημα παρακολούθησης του πληθυσμού του δάκου της ελιάς, από ευσυνείδητους και έμπειρους εργάτες, ρεαλιστικά οικονομικά όρια του πληθυσμού του εντόμου και επόπτες δακοκτονίας με πλήρη γνώση της βιολογίας και της συμπεριφοράς του δάκου στη συγκεκριμένη περιοχή (Haniotakis, 2005).

Θεραπευτική μέθοδος (ψεκασμοί κάλυψης – cover sprays): Η θεραπευτική μέθοδος στοχεύει στην θανάτωση όχι μόνο των ενηλίκων, αλλά και των προνυμφών του δάκου που βρίσκονται εντός των ελαιοκάρπων και συνήθως εφαρμόζεται ατομικά από κάθε ελαιοπαραγωγό ξεχωριστά, σε περιοχές όπου δεν εφαρμόζεται το πρόγραμμα δακοκτονίας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Στους ψεκασμούς κάλυψης η εφαρμογή των εντομοκτόνων πραγματοποιείται με τη χρήση νεφελοψεκαστήρων υψηλής πίεσης και τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται είναι τα ίδια με αυτά των δολωματικών ψεκασμών. Οι ψεκασμοί πραγματοποιούνται με στόχο την κάλυψη ολόκληρης της κόμης του ελαιόδεντρου, γι' αυτό τους προσδόθηκε και το όνομα «ψεκασμοί καλύψης» (cover sprays). Παλιότερα, οι ψεκασμοί κάλυψης γίνονταν από αέρος με ειδικά εξοπλισμένα αεροπλάνα, αλλά σήμερα σε κάθε περίπτωση εφαρμόζεται ατομικά και τοπικά όπως προείπαμε. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται συμπληρωματικά στους δολωματικούς ψεκασμούς και μόνο σε ειδικές περιπτώσεις όπως:

- αποτυχία δολωματικών ψεκασμών,
- αν η δειγματοληψία δώσει ποσοστό «γόνιμης προσβολής» (παρουσία αυγών, ζωντανών προνυμφών, νυμφών ή προνυμφικές στοές) ξεπεράσει το 2-4% σε ελαιοποιήσιμες ποικιλίες, και πολύ μικρότερο σε επιτραπέζιες ποικιλίες (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003),
- όπου είναι αδύνατη η εφαρμογή δολωματικών ψεκασμών.

Η θεραπευτική μέθοδος είναι πολύ αποτελεσματική αφού θανατώνει ενήλικα, αλλά και προνύμφες του δάκου, εν τούτοις παρουσιάζει περιορισμένη εφαρμογή εξαιτίας των σημαντικά δυσμενών επιδράσεων των εντομοκτόνων όπως:

- η θανάτωση των φυσικών εχθρών του δάκου της ελιάς,
- οι εξάρσεις πληθυσμών κοκκοειδών και άλλων εχθρών της ελιάς εξαιτίας της θανάτωσης ωφελίμων εντόμων (παρασιτοειδή, αρπακτικά) και
- η ανίχνευση υπολειμμάτων εντομοκτόνων άνω των επιτρεπόμενων ορίων (MRL's) στο ελαιόλαδο, και οι επιπτώσεις στην υγεία των καταναλωτών,
- η έκθεση των ελαιοπαραγωγών και των κατοίκων της υπαίθρου σε εντομοκτόνα υψηλής συγκέντρωσης, και οι επιπτώσεις στην υγεία τους.

- η ανίχνευση υπολειμμάτων σε προϊόντα άλλων καλλιεργειών που γειτνιάζουν με τους προστατευόμενους ελαιώνες,

αλλά και του υψηλού κόστους εφαρμογής της. Για τους παραπάνω λόγους, οι ερευνητές έχουν στρέψει τις προσπάθειές τους στην εξεύρεση νέων εναλλακτικών μεθόδων καταπολέμησης του δάκου, που θα είναι πιο φιλικές προς το περιβάλλον και τον ελαιοπαραγωγό, όπως είναι η βιολογική καταπολέμηση.

Βιολογική καταπολέμηση

Η βιολογική καταπολέμηση βασίζεται: (1) στη χρήση φυσικών εχθρών του δάκου της ελιάς (παρασιτοειδή, αρπακτικά) και (2) στη χρήση εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών όπως βακτήρια, μύκητες, πρωτόζωα και ιοί. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι το υψηλό κόστος εφαρμογής της και κυρίως η μαζική εργαστηριακή εκτροφή μεγάλου αριθμού παρασιτοειδών και αρπακτικών. Για τον παραπάνω λόγο, η βιολογική καταπολέμηση χρησιμοποιείται κυρίως ως συμπληρωματική μέθοδος καταπολέμησης του δάκου, παρουσιάζοντας όμως πολλές δυνατότητες βελτίωσης (Hoelmer *et al.*, 2011).

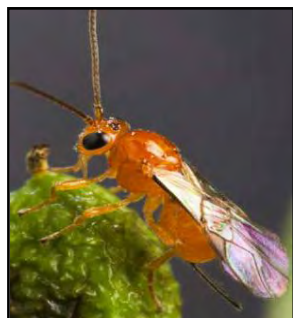
Χρήση φυσικών εχθρών (παρασιτοειδή – αρπακτικά): Η καταπολέμηση του δάκου της ελιάς με χρήση παρασιτοειδών ή/και αρπακτικών άρχισε να διερευνάται από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Η μέθοδος συνίσταται στη μαζική εκτροφή και εξαπόλυση των παρασιτοειδών στο ύπαιθρο, υποβοηθώντας τη διατήρηση των πληθυσμών του, είτε μειώνοντας τη χρήση εντομοκτόνων, είτε με κατάλληλες γεωργικές πρακτικές (π.χ. διατήρηση φυσικής βλάστησης κάτω από τα ελαιόδεντρα για καταφύγιό τους). Τα εντομοφάγα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην περίπτωση του δάκου, είναι κυρίως παρασιτοειδή, είτε ιθαγενή, είτε με προέλευση από άλλες χώρες όπου παρασιτούν σε συγγενικά είδη. Στο παρελθόν, πολλά είδη παρασιτοειδών Braconidae, Eupelmidae, Chalcidae, Eulophidae, έχουν μεταφερθεί από διάφορες περιοχές της Αφρικής, Ινδίας κ.α., στην Ευρώπη με σκοπό την εγκατάστασή τους (Hoelmer *et al.*, 2011). Όλες οι προσπάθειες γνώρισαν την αποτυχία εξαιτίας μιας σειράς παραγόντων όπως: οι μικροί πληθυσμοί στους οποίους ελευθερώθηκαν τα εντομοφάγα, οι διαφορές του δάκου από τους αρχικούς ξενιστές τους, και οι λίγες γνώσεις σχετικά με τη βιολογία και οικολογία τους (Neuenschwander *et al.*, 1986).

Τα κυριότερα ιθαγενή εντομοφάγα του δάκου, είναι συνήθως παρασιτοειδή Υμενόπτερα, η χρήση των οποίων όμως παρουσιάζει χαμηλή αποτελεσματικότητα. Παρακάτω αναφέρονται τα

κυριότερα παρασιτοειδή (εκτοπαρασιτοειδή και ενδοπαρασιτοειδή) και αρπακτικά που χρησιμοποιούνται σήμερα στην καταπολέμηση του δάκου της ελιάς:

α) *Εκτοπαρασιτοειδή*: Τα κυριότερα ιθαγενή παρασιτοειδή του δάκου στην Ελλάδα και γενικότερα στις παραμεσόγειες χώρες είναι τέσσερα εκτοπαρασιτοειδή Υμενόπτερα που ανήκουν στην υπεριοικογένεια Chalcidoidea: *Pnigalio mediterraneus* Ferrière and Delucchi (Hym.:Eulophidae), *Eupelmus urozonus* Dalman (Hym.:Eupelmidae), *Eurytoma martellii* Domenichini (Hym.:Eurytomidae) και *Cyrtotypx latipes* Rondani (Hym.:Pteromalidae). Η δράση των εκτοπαρασιτοειδών αυτών περιορίζεται χρονικά τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ ο πληθυσμός τους μειώνεται σημαντικά το φθινόπωρο (Arambourg, 1964), γι' αυτό και η αποτελεσματικότητά τους να ελέγξουν τους πληθυσμούς του δάκου της ελιάς κρίνεται χαμηλή, αφού ο πληθυσμός του εντόμου στη χώρα μας αυξάνει κυρίως από το φθινόπωρο και μετά ευνοούμενος από τις κλιματικές συνθήκες.

β) *Ενδοπαρασιτοειδή*: Το γεγονός ότι η χρήση ιθαγενών παρασιτοειδών του δάκου εμφανίζει χαμηλή αποτελεσματικότητα, οδήγησε τους ερευνητές σε προσπάθειες εισαγωγής και εγκατάστασης «ξενικών» φυσικών εχθρών του εντόμου. Οι ερευνητές έχουν στρέψει το επίκεντρο των ερευνών τους σε τέσσερα Υμενόπτερα ενδοπαρασιτοειδή του δάκου, που ανήκουν στην οικογένεια Braconidae. Πιο συγκεκριμένα, τα τρία από αυτά ανήκουν στο γένος *Psytalia* (*P. concolor*, *P. lounsburyi*, *Psytalia ponerophaga* [Silvestri]), ενώ το ένα στο γένος *Fopius* (*F. Arisanus* [Sonan]). Το *P. concolor* (Εικ. 13) έχει μελετηθεί στο παρελθόν (Silvestri, 1939; Biliotti and Delanoue, 1959; Delanoue, 1960) με πολλές προσδοκίες, γι' αυτό και εξακολουθεί να βρίσκεται στο επίκεντρο των δοκιμών των σύγχρονων ερευνητών. Η ενδοπαρασιτική δράση και των τεσσάρων εντόμων στηρίζεται στην εναπόθεση των αυγών τους στο εσωτερικό τόσο των προνυμφών όσο και των αυγών του ξενιστή τους, ο οποίος θανατώνεται με την εκκόλαψη και ανάπτυξη των αυγών των ενδοπαρασιτοειδών. Σε εργαστηριακές συνθήκες, έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι μαζικής εκτροφής τους και έχει επαληθευτεί η δράση τους έναντι των αυγών και προνυμφών του δάκου (Calvitti *et al.*, 2002, Sime *et al.*, 2006, Rousse *et al.*, 2007, Karam *et al.*, 2008, Yokoyama *et al.*, 2008). Τα τελευταία έτη ελέγχεται η αποτελεσματικότητα περιορισμού του δάκου μέσω προγραμμάτων μαζικής εξαπόλυσης των προαναφερόμενων ενδοπαρασιτοειδών και στο πεδίο (Malausa *et al.*, 2007; Sime *et al.*, 2008).



Εικόνα 13: Το ενδοπαρασιτοειδές *Psytalia concolor*. (*Psytalia concolor*, n.d.)

γ) *Αρπακτικά*: Το *P. berlesiana* είναι αρπακτικό των αυγών του δάκου της ελιάς και η προσβολή που μπορεί να επιφέρει φτάνει το 30-50% (Neuenschwander *et al.*, 1983). Το ενήλικο θηλυκό εμφανίζεται στους ελαιώνες την εποχή που αρχίζει η ωοτοκία του δάκου της ελιάς. Τα σημεία ωοτοκίας του δάκου αποτελούν τα σημεία εισόδου και ωοτοκίας του *P. berlesiana*, αφού το θηλυκό δεν μπορεί να τρυπήσει τον καρπό της ελιάς. Η προνύμφη του *P. berlesiana* εκκολάπτεται μέσα σε 24 ώρες, πολύ λιγότερο απ' όσο χρειάζεται η προνύμφη του δάκου για να εκκολαφθεί (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003). Η προνύμφη του *P. berlesiana* τρέφεται από το αυγό του δάκου, καθώς επίσης και από το μυκήλιο του μύκητα *C. dalmaticum*. Έχει παρατηρηθεί ότι η νεοεκκολαφθείσα προνύμφη του *P. berlesiana* πρώτα προσβάλλει το συνήθως παρακείμενο αυγό του δάκου, το περιεχόμενο του οποίου μυζά και στη συνέχεια τρώει το μυκήλιο του μύκητα (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003). Το Νοέμβριο και Δεκέμβριο οι προσβολές από το δάκο φαίνεται ότι δεν έλκουν το *P. berlesiana*, πιθανόν λόγω διαχείμασης (Neuenschwander *et al.*, 1983). Η χρήση του *P. berlesiana* δεν συνιστάται για την καταπολέμηση του δάκου της ελιάς καθώς θεωρείται πιθανός φορέας του μύκητα *C. dalmaticum*. *Αρπακτικά εδάφους*: Έχει παρατηρηθεί η αρπακτική δράση πολλών εντόμων έναντι του δάκου στο έδαφος, όπως τα παρακάτω (Αλεξανδράκης και Καλαϊτζίδου, 2013):

- | | | |
|--|---|---|
| ▪ Coleoptera: Carabidae | { | <i>Carabus banonii</i> Dej.
<i>Lycinus aegyptiacus</i> Chaud
<i>Pterostichus creticus</i> Friv. |
| ▪ Coleoptera: Staphylinidae | { | <i>Ocypes olens</i> Muel.
<i>Ocypus fulvipennis</i> Er.
<i>Scolopendra ortica</i> |
| ▪ Dermaptera | { | <i>Forficula aetolica</i> |
| ▪ Hymenoptera
(Διάφορα είδη μυρμηγκιών) | { | <i>Aphaenogaster simonelli</i>
<i>Crematogaster sordidula</i> |

Η δράση των παραπάνω αρπακτικών εδάφους επηρεάζεται από τη θέση των νυμφών του δάκου στο έδαφος, όντας σημαντικότερη όταν οι νύμφες βρίσκονται στην επιφάνεια του εδάφους και σε βάθος μικρότερο των 2 cm, ενώ κάτω από αυτό το βάθος η δράση τους είναι πολύ μικρή.

Τα σημαντικότερα είδη είναι τα *Carabus banonii* (προνύμφες και ενήλικα) και *Pterostichus creticus* (ενήλικα), οι πληθυσμοί των οποίων φαίνεται να είναι αρκετά υψηλοί από το Νοέμβριο μέχρι τον Ιανουάριο. Το *Aphaenogaster simonelli* και το *Crematogaster sordidula* παρατηρήθηκε ότι δραστηριοποιούνται από τον Μάρτιο και μετά (Neuenschwander *et al.*, 1983). Σε πρόσφατη έρευνα από τους Orsini *et al.* (2007) στην Καλιφόρνια, το μυρμήγκι *Formica aerata* είχε σημαντική συνεισφορά στη θνησιμότητα νυμφών του δάκου στο έδαφος.

Γενικά, σε ελαιώνες όπου δεν γίνεται κατεργασία εδάφους πολλές νύμφες του δάκου βρίσκονται στην επιφάνεια του εδάφους, οι οποίες θανατώνονται από τη δράση των αρπακτικών. Αντίθετα, σε ελαιώνες όπου πραγματοποιείται κατεργασία εδάφους μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό των νυμφών του δάκου παραμένουν στην επιφάνεια και κατά συνέπεια η δράση των αρπακτικών είναι χαμηλή.

Στο σημείο αυτό, κρίνεται σκόπιμο να γίνει μία σύντομη ιστορική αναδρομή της βιολογικής καταπολέμησης του δάκου της ελιάς στην Ευρώπη. Οι Hoelmer *et al.* (2011) αναφέρουν ότι ο Filippo Silvestri το 1914 κατά τη διάρκεια εξερευνησέων του στη νότια και δυτική Αφρική (Αιθιοπία), προσπάθησε να συλλέξει είδη παρασιτοειδών του δάκου, και με την επιστροφή του στην Ευρώπη θέλησε να αναπτύξει εργαστηριακή εκτροφή για τα περισσότερα είδη που συνέλεξε. Οι προσπάθειές του δεν στέφθηκαν με επιτυχία, αφού εξαπέλυσε μικρούς αριθμούς από αυτά, που τελικά δεν κατάφεραν να δημιουργήσουν νέες αποικίες στη νότια Ευρώπη (Neuenschwander, 1982). Η ανακάλυψη του *Psytalia concolor* (Szepligeti) (Hymenoptera: Braconidae) στη βόρεια Αφρική το 1910, επίσης οδήγησε στην εισαγωγή του στη νότια Ευρώπη, αλλά χωρίς ευρεία εγκατάστασή του (Hoelmer *et al.*, 2011). Ακολούθησαν εξαπολύσεις και άλλων παρασιτοειδών (π.χ. *Dirhinus giffardii* Silvestri) τα επόμενα έτη χωρίς επιτυχία, ενώ ο Neuenschwander (1982) σε επισκοπήσεις του στη νότια Αφρική διαπίστωσε ότι το πολυπληθέστερο παρασιτοειδές του δάκου της ελιάς ήταν του *Bracon celer* Szepligeti, το οποίο εισήγαγε στην Ελλάδα, αλλά για αδιευκρίνιστους λόγους δε μπορούσε να ολοκληρωθεί η εργαστηριακή του εκτροφή. Παρότι ο ίδιος ερευνητής κατέληξε στο συμπέρασμα ότι περαιτέρω έρευνες στο συγκεκριμένο είδος θα έπρεπε να διεξαχθούν, τελικά καμία εξαπόλυση παρασιτοειδών δεν πραγματοποιήθηκε στην Ευρώπη, μέχρι την πρωτοεμφάνιση του δάκου της ελιάς στην Καλιφόρνια το 1998 και των προγραμμάτων βιολογικής καταπολέμησης που εφαρμόστηκαν εκεί με την εισαγωγή αφρικανικών ειδών παρασιτοειδών (Hoelmer *et al.*, 2011). Το 2005 πραγματοποιήθηκαν οι πρώτες εξαπολύσεις των παρασιτοειδών του *Psytalia lounsburyi* (Silvestri) και του *Psytalia humilis* (Szepligeti) στην Καλιφόρνια όπου μέχρι το 2010 δεν υπήρξαν πολλές αποδείξεις για το αν τελικά τα παραπάνω είδη μπόρεσαν να εγκατασταθούν (Daane *et al.*, 2011), ενώ σε συγκριτικές δοκιμές διαφόρων πληθυσμών των δύο

προαναφερομένων εντόμων, κάτω από διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες επίσης στην Καλιφόρνια, έδειξαν διαφορές στην αποτελεσματικότητά τους (Wang et al., 2011).

Στην Ελλάδα τα προηγούμενα έτη έχουν εισαχθεί για πειραματικούς σκοπούς διάφορα παρασιτοειδή όπως των: *Biosteres (Opius) longicaudatus* Ashm., *Biosteres (Opius) oophilus* Fullaway, *D. giffardii*, τα οποία αφού ελευθερώθηκαν δεν εγκαταστάθηκαν (Neuenschwander et al., 1983). Στην Ελλάδα την περίοδο 1976-1980 εξαπολύθηκαν παρασιτοειδή σε ελαιώνες της Αττικής, Βοιωτίας, Κερκύρας και Ζακύνθου όπου η προσβολή διατηρήθηκε σε χαμηλά επίπεδα (Manikas and Tsiroyannis, 1981; Kapatos et al., 1977; Liaropoulos et al., 1977). Το μόνο παρασιτοειδές που έδωσε ελπιδοφόρα αποτελέσματα για τη βιολογική καταπολέμηση του δάκου, ήταν του *P. concolor*, για το οποίο αναπτύχθηκε μέθοδος μαζικής εκτροφής του στο εργαστήριο χρησιμοποιώντας ως ξενιστής τη μύγα της Μεσογείου (Raspi and Loni, 1994), αφού ο δάκος είναι δύσκολο να διατραφεί σε τεχνητή τροφή.

Χρήση εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών: Η καταπολέμηση του δάκου της ελιάς με χρήση εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών όπως βακτήρια, μύκητες, πρωτόζωα, ιοί και νηματώδεις, παρουσιάζει περιορισμένη εφαρμογή εξαιτίας της μέχρι σήμερα μικρής αποτελεσματικότητάς τους στην καταπολέμηση του εντόμου. Ενθαρρυντικό στοιχείο αποτελεί το γεγονός ότι πολλές έρευνες διεξάγονται τα τελευταία έτη, προκειμένου να βρεθούν μικροοργανισμοί οι οποίοι θα περιορίζουν σημαντικά τους πληθυσμούς του δάκου.

- **Βακτήρια:** Το είδος *Pseudomonas putida* έχει αποδειχτεί ισχυρό παθογόνο για τα ενήλικα του δάκου σε εργαστηριακές δοκιμές, όμως σε φυσικές συνθήκες υπαίθρου η δράση του επί του εντόμου δεν είναι ακόμη γνωστή. Επίσης, σε εργαστηριακές δοκιμές, αυξημένη τοξικότητα τόσο σε προνύμφες, όσο και σε ενήλικα δάκου, έδειξαν στελέχη *Bacillus thuringiensis* μέσω της πρόσληψης τροφής (Karamanlidou et al., 1991). Σε πειράματα υπαίθρου, οι Navrozidis et al. (2000) διαπίστωσαν ότι με την εφαρμογή 4-6 ψεκασμών με τοξίνη του *B. thuringiensis*, επιτεύχθηκε σημαντική προστασία της ελαιοπαραγωγής. Επιπρόσθετα, οι ερευνητές παρατήρησαν μείωση της αναπαραγωγικής περιόδου, του αριθμού των αυγών, του ποσοστού εκκόλαψης αυτών (Navrozidis et al. 2000).
- **Ιοί:** Ο δάκος είναι ευαίσθητος σε πολλούς ιούς μεταξύ των οποίων οι Picornavirus CrPV (Cricket Paralysis Virus) και ο Iridovirus CIV (Chilo Iridescent Virus) (Manousis and Moore, 1987), γι' αυτό και πολλές ερευνητικές προσπάθειες σήμερα αποσκοπούν στη διερεύνηση της δυνατότητας χρησιμοποίησης των παθογόνων αυτών για την καταπολέμηση του δάκου.

- *Πρωτόζωα*: Το πρωτόζωο *Octosporea muscae domesticae* (Microsporidia) το οποίο είναι παράσιτο του δάκου της ελιάς και της μύγας της Μεσογείου, σε δοκιμές με προνύμφες του δάκου, βρέθηκε ότι προκαλεί θνησιμότητα μεγαλύτερη από 90%. Η πρακτική μόλυνση των προνυμφών του δάκου στη φύση με ένα σκεύασμα που θα περιέχει το πρωτόζωο είναι πολύ δύσκολη, γι' αυτό και η εφαρμογή του δεν αναμένεται αποτελεσματική.
- *Μύκητες*: Στην πράξη έχει δοκιμαστεί η μολυσματικότητα του εντομοπαθογόνου μύκητα *Beauveria bassiana* στα τελευταία προνυμφικά και νυμφικά στάδια του δάκου, χωρίς όμως ικανοποιητικά αποτελέσματα. Σε έρευνα των Konstantopoulou and Mazomenos (2005), απομονώθηκαν στελέχη μυκήτων των *B. bassiana*, *Mucor hiemalis* (DMU-01), *Penicillium aurantiogriseum* και *Penicillium chrysogenum* από προσβεβλημένες νύμφες δάκου. Επίσης, απομονώθηκαν στελέχη *M. hiemalis* (SMU-21) από προσβεβλημένες προνύμφες *Sesamia nonagrioides* (Lefebvre) και *Beauveria brongniartii* από άτομα *Melolontha* spp. Τόσο σε δοκιμές διατροφής, όσο και σε δοκιμές επαφής, όλα τα στελέχη έδειξαν τοξικότητα σε ενήλικα εργαστηριακά άτομα του δάκου. Πιο τοξικό διαπιστώθηκε ότι είναι το στέλεχος SMU-21 του μύκητα *M. hiemalis* το οποίο απομονώθηκε από προσβεβλημένες προνύμφες *S. nonagrioides*, με ποσοστά θνησιμότητας 85,2%, όπως επίσης και τα προϊόντα μεταβολισμού του με ποσοστά 100%. Η υψηλή τοξικότητα των μεταβολιτών που παράγονται από το συγκεκριμένο είδος δικαιολογεί περαιτέρω έρευνα για την απομόνωση και ταυτοποίηση αυτών των τοξινών. Το γεγονός ότι εντομοπαθογόνοι μύκητες όπως οι *Beauveria*, *Metarhizium* και *Paecilomyces* spp. βρέθηκαν να είναι σημαντικά μολυσματικοί σε άλλα είδη Tephritidae, σε συνδυασμό με το ότι είναι ευρέως διαδεδομένοι στο έδαφος και ότι μεγάλο ποσοστό των προνυμφών του δάκου εισέρχεται στο έδαφος πριν νυμφευθεί, καταδεικνύει την ανάγκη διεξαγωγής περαιτέρω ερευνών σχετικά με τη δράση των παραπάνω μυκήτων έναντι του δάκου της ελιάς (Hoelmer *et al.*, 2011).
- *Νηματώδεις*: Τα τελευταία έτη ελέγχεται η εντομοκτόνος δράση νηματωδών σε έντομα οικονομικής σημασίας συμπεριλαμβανομένου και του δάκου της ελιάς. Η χρήση εντομοπαθογόνων νηματωδών στοχεύει στη θανάτωση των σταδίων του βιολογικού κύκλου του δάκου που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου. Ο Sirjani *et al.* (2009) μετέφεραν στελέχη από τα γένη *Steinernema* και *Heterorhabditis* σε προνύμφες του δάκου, και διαπίστωσαν ότι τα μεγαλύτερα ποσοστά θνησιμότητας επέφερε το στέλεχος *S. feltiae*, με 67,9% σε προνύμφες 3mm και άνω, είτε βρίσκονταν μέσα στον ελαιόκαρπο είτε κάτω από το έδαφος. Επιπρόσθετα, παρατήρησαν ότι οι χαμηλές θερμοκρασίες μείωναν τη μολυσματικότητα του *S. feltiae*, αφού η μολυσματικότητά του ήταν υψηλή σε θερμοκρασίες φθινοπώρου μέχρι τις αρχές του χειμώνα, προτείνοντας ως πιο

κατάλληλη χρονική περίοδο εφαρμογής του *S. feltiae* σε συνθήκες αγρού στην Καλιφόρνια το Νοέμβριο.

Βιοτεχνολογική καταπολέμηση

Τεχνική του στείρου εντόμου (SIT – Sterile Insect Technique): Πρόκειται για μία πολύπλοκη μέθοδο η οποία έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν, χωρίς να οδηγήσει σε ενθαρρυντικά αποτελέσματα για το δάκο της ελιάς, παρότι η αποτελεσματικότητά της σε άλλα είδη Tephritidae εμφανίζεται πολύ μεγαλύτερη. Η τεχνική συνίσταται στη μαζική εκτροφή εντόμων στο εργαστήριο, στείρωση των εντόμων με χρήση ακτινοβολίας γ (πηγή κοβάλτιο 60 ή άλλα ραδιενεργά στοιχεία) συνήθως στο νυμφικό στάδιο αρσενικών ατόμων δάκου και εξαπόλυσή τους στο ύπαιθρο (Cavalloro and Delrio, 1973; Cavalloro and Delrio, 1974; Τζανακάκης, 1995). Η εξαπόλυση των στερωμένων εντόμων γίνεται από εδάφους ή/και από αέρος σε πτητική μέσα που επιτρέπουν τη διασπορά των εξαπολυμένων εντόμων στο περιβάλλον.

Στην Ελλάδα η τεχνική του στείρου εντόμου δοκιμάστηκε την περίοδο 1973-74 και 1979-81 στην καταπολέμηση του δάκου της ελιάς, χωρίς όμως ενθαρρυντικά αποτελέσματα, εξαιτίας των διαφορών που παρατηρήθηκαν στην φυσιολογία και την αναπαραγωγική συμπεριφορά των στερωμένων ατόμων που απελευθερώθηκαν, και του άγριου πληθυσμού. Ειδικότερα, οι σημαντικότερες διαφορές που παρατηρήθηκαν ήταν:

- η ασυγχρονία στις ώρες σύζευξης μεταξύ των δύο πληθυσμών, αφού τα εργαστηριακά εκτρεφόμενα άτομα παρατηρήθηκε ότι συζευγνύονταν αρκετές ώρες νωρίτερα σε σχέση με τα άγρια (Zervas and Economopoulos, 1982),
- η χαμηλή σεξουαλική ανταγωνιστικότητα των μαζικά εκτρεφόμενων στείρων αρσενικών σε σύγκριση με τα άγρια αρσενικά (Economopoulos *et al.*, 1977; Economopoulos and Zervas, 1982),
- στην περίπτωση που ένα θηλυκό άτομο συζευγνύονταν για δεύτερη φορά στη διάρκεια της ζωής του, έδειχνε προτίμηση στα άγρια παρά στα στερωμένα αρσενικά (Ant *et al.*, 2012).

Η τεχνική του στείρου εντόμου για την καταπολέμηση του δάκου της ελιάς δεν εφαρμόστηκε σε μεγαλύτερη κλίμακα, αφού κρίθηκε ασύμφορη εξαιτίας του υψηλού κόστους της σε τεχνικά και οικονομικά μέσα, και της διαφορετικής συζευκτικής συμπεριφοράς των στείρων αρσενικών από των φυσικών πληθυσμών (Karatos, 1989; Economopoulos, 2001).

Για τους παραπάνω λόγους θεωρείται μεγάλης σημασίας η εξεύρεση μιας μεθόδου μαζικής εκτροφής ατόμων δάκου στο εργαστήριο, η οποία θα δημιουργεί άτομα υψηλής ποιότητας διατρεφόμενα με τεχνική διατροφή. Επίσης, κρίσιμο σημείο για την επιτυχία της μεθόδου

αποτελεί η δόση της ακτινοβολίας, γιατί αφενός μεν επιδίωξη των ερευνητών είναι η στειρώση των εργαστηριακών ατόμων δάκου, αφετέρου δε είναι επιθυμητή η διατήρηση της ανταγωνιστικότητάς τους έναντι των άγριων πληθυσμών. Σύμφωνα με τον Τζανακάκη (1995), σημαντικό ρόλο επίσης στην επιτυχία της τεχνικής SIT διαδραματίζει:

- η μέθοδος μαζικής εκτροφής του εντόμου
- η μέθοδος που επιφέρει στειρότητα, η οποία δεν πρέπει να μειώνει τη συμπεριφορά σύζευξης και την ανταγωνιστικότητα του εντόμου
- η ικανότητα των στειρωμένων εντόμων να διασπείρονται στη φύση
- η γνώση της πυκνότητας του φυσικού πληθυσμού της περιοχής τις διάφορες εποχές του έτους.

Κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης του δάκου στο εργαστήριο λαμβάνει χώρα ισχυρή επιλογή και μέσα σε 3-5 γενεές ο πληθυσμός υφίσταται αλλαγή της γενετικής δομής του (Ζυγουρίδης και συνεργάτες, 2009). Αυτή ακριβώς η προσαρμογή θεωρείται ότι είναι υπεύθυνη για τη χαμηλή ποιότητα των στειρωμένων εντόμων και τη χαμηλή αποτελεσματικότητα της τεχνικής του στείρου εντόμου στην καταπολέμηση του δάκου της ελιάς.

Η καλύτερη κατανόηση της βιολογίας του δάκου της ελιάς, που προκύπτει ύστερα από πολλά έτη συγκριτικών ερευνών μεταξύ εργαστηριακών και άγριων πληθυσμών, έχει οδηγήσει τους ερευνητές σε δύο «ευρήματα-κλειδιά», τα οποία επηρεάζουν τις μεθόδους μαζικής εργαστηριακής εκτροφής του εντόμου (Estes *et al.*, 2012):

1. ο δάκος αλληλεπιδρά με προσωρινά αποκτώμενα βακτήρια και ενδοσυμβιωτικά βακτήρια τα οποία πιθανόν να τον ωφελούν και
2. οι εργαστηριακοί πληθυσμοί του δάκου υφίστανται αλλαγές στο γονότυπο και φαινότυπό τους λόγω τεχνητής διατροφής και επιλογής.

Τα παραπάνω ευρήματα οδήγησαν σε βελτιώσεις των μεθόδων μαζικής εργαστηριακής εκτροφής του δάκου της ελιάς. Πρώτον, απομακρύνοντας τα αντιβιοτικά από τη διατροφή τόσο προνυμφών όσο και ενήλικων ατόμων, ενισχύθηκε η ποιότητα της πτήσης τους. Δεύτερον, τόσο τα παροδικά αποκτώμενα βακτήρια, όσο και τα ενδοσυμβιωτικά βακτήρια βελτιώνουν τις παραμέτρους της βιολογίας του δάκου της ελιάς, του οποίου η διατροφή στερείται πρωτεϊνών και βασικών αμινοξέων. Τρίτον, για την εξουδετέρωση των αρνητικών επιπτώσεων της μακροχρόνιας εργαστηριακής εκτροφής του δάκου με τεχνητή διατροφή, φαίνεται ότι οι διασταυρώσεις μεταξύ μακροχρόνιων εργαστηριακών πληθυσμών με άγριους πληθυσμούς συμβάλλουν στην παραγωγή εργαστηριακά εκτρεφόμενων ατόμων με αυξημένη ανταγωνιστικότητα. Τέταρτον, άγρια ενήλικα του δάκου που συλλέχθηκαν από παγίδες

παρατηρήθηκε ότι προσαρμόζονται καλύτερα στις εργαστηριακές συνθήκες, σε σχέση με ενήλικα άτομα που διατρέφονταν από προσβεβλημένους ελαιόκαρπους. Τα άγρια ενήλικα άτομα που συλλέγονται από παγίδες είναι χρήσιμα τόσο για την εγκατάσταση νέων εργαστηριακών πληθυσμών, όσο και για την «ανανέωση» μακροχρόνιων εργαστηριακών πληθυσμών (Estes *et al.*, 2012).

Παρά την πρόοδο που έχει επιτευχθεί, απαιτείται περισσότερη έρευνα πάνω στις μεθόδους μαζικής εργαστηριακής εκτροφής του δάκου, προκειμένου η τεχνική του στείρου εντόμου να γίνει πιο αποτελεσματική (Estes *et al.*, 2012).

Εξαπόλυση εντόμων τα οποία φέρουν γονίδια ενός επικρατούντος θανατηφόρου γνωρίσματος (RIDL[®]: Release of Insects carrying a Dominant Lethal): Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, παρότι η SIT είναι αποτελεσματική σε πολλά είδη εντόμων της οικογένειας Tephritidae, εντούτοις στην περίπτωση του δάκου της ελιάς παρουσιάστηκαν προβλήματα που συνδέονται με τη μέθοδο μαζικής εκτροφής και στείρωσης των εντόμων (ακτινοβολήση) και τη μειωμένη αντοχή αυτών.

Οι Ant *et al.* (2012) στην προσπάθεια να βελτιώσουν την SIT, ανέπτυξαν ένα «θηλυκοθνησιγενές» γονίδιο του δάκου (ονομαζόμενο RIDL[®]: Release of Insects carrying a Dominant Lethal), που εμφάνιζε ισχυρά διαπεραστική θηλυκοθνησιγενή δράση. Διαπιστώθηκε ότι αρσενικά άτομα του δάκου τα οποία έφεραν το γονίδιο OX3097D-Bol:

- παρουσίασαν έντονη συζευκτική συμπεριφορά με τα άγρια άτομα και
- επέδειξαν συγχρονισμένη συζευκτική δραστηριότητα με τα άγρια θηλυκά άτομα.

Οι Ant *et al.* (2012) σε πειράματα καταπολέμησης σταθερών εργαστηριακών συνθηκών, διαπίστωσαν ότι οι εβδομαδιαίες εξαπολύσεις αρσενικών ατόμων δάκου που έφεραν το γονίδιο OX3097D-Bol, επέφεραν ολική εξάλειψη του πληθυσμού μέσα σε 11 εβδομάδες δεδομένου ότι η σύζευξη των γενετικά τροποποιημένων αρσενικών με τα θηλυκά, οδηγούσε σε περαιτέρω θανάτωση των θηλυκών απογόνων (Ant *et al.*, 2012). Η μέθοδος RIDL βασίζεται στις αρχές της γενετικής, όπου στο εργαστήριο γίνεται μαζική εκτροφή γενετικά τροποποιημένων αρσενικών εντόμων, που φέρουν ένα συγκεκριμένο επικρατές θνησιγόνο γονίδιο, το οποίο επιφέρει το θάνατο έμμεσα και μόνο κάτω από ορισμένες συνθήκες.

Τα αποτελέσματα των ερευνών δείχνουν ότι η συγκεκριμένη μέθοδος μπορεί να δώσει πολύ καλά αποτελέσματα στην καταπολέμηση του δάκου της ελιάς, αφού προηγουμένως επαληθευτεί η αποτελεσματικότητά της και σε πειράματα υπαίθρου.

Wolbachia – Επαγόμενη κυτταροπλασματική ασυμβατότητα (CI - Cytoplasmic Incompatibility)
ή αλλιώς μέθοδος του ασύμβατου εντόμου (IIT – Incompatible Insect Technique): Τα αρθρόποδα, και ιδιαίτερα τα έντομα έχουν αναπτύξει πληθώρα συμβιωτικών σχέσεων με μικροοργανισμούς και κυρίως με βακτήρια, γι' αυτό και τα τελευταία έτη γίνονται πολλές ερευνητικές προσπάθειες για τη μελέτη αυτών των συμβιωτικών σχέσεων. Μεταξύ των ενδοσυμβιωτικών βακτηρίων, το βακτήριο *Wolbachia* έχει τραβήξει το αυξανόμενο ενδιαφέρον των ερευνητών εξαιτίας των πολλών επιδράσεων που παρουσιάζει στους ξενιστές του.

Η *Wolbachia* είναι ένα υποχρεωτικά ενδοκυττάριο και μητρικά κληρονομούμενο απρωτεοβακτήριο (Lo *et al.*, 2007), το οποίο απαντάται στο 40-65% των αρθρόποδων (Morrow *et al.*, 2014). Η *Wolbachia* επηρεάζει τις αναπαραγωγικές λειτουργίες των ξενιστών της και μπορεί να χρησιμοποιηθεί: (α) για την εξάπλωση επιθυμητών γονιδίων – γενοτύπων σε φυσικούς πληθυσμούς εντόμων οι οποίοι θα εμποδίζουν τη μετάδοση παθογόνων μικροοργανισμών από βλαβερά έντομα σε ανθρώπους, ζώα ή σε φυτά και (β) για την άμεση καταστολή φυσικών πληθυσμών βλαβερών εντόμων μέσω της *Wolbachia* – επαγόμενης κυτταροπλασματικής ασυμβατότητας (CI - Cytoplasmic Incompatibility) (Μωραΐτη και συνεργάτες, 2007). Η συγκεκριμένη μέθοδος ονομάζεται μέθοδος του Ασύμβατου Εντόμου (IIT - Incompatible Insect Technique) και έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν, με τρόπο ανάλογο της μεθόδου εξαπόλυσης στειρωμένων εντόμων (SIT), ως μέθοδος αντιμετώπισης κουνουπιών και λεπιδόπτερων με μεγάλη επιτυχία τόσο στη φύση όσο και στο εργαστήριο (Μωραΐτη και συνεργάτες, 2007). Η κυτταροπλασματική ασυμβατότητα αποτελεί τον πλέον διαδεδομένο φαινότυπο που επάγει η *Wolbachia* στους ξενιστές της (Apostolaki *et al.*, 2011) και στην περίπτωση της γίνεται κανονική μεταβίβαση σπερματοζωαρίων στο θηλυκό, αλλά αυτά είτε δεν μπαίνουν στα ωάρια είτε μπαίνουν αλλά ο πυρήνας τους δεν ενώνεται με του ωαρίου λόγω ασυμβίβαστου του κυττοπλάσματος (Τζανακάκης, 1995). Για την επιτυχή εφαρμογή της μεθόδου του ασύμβατου εντόμου (IIT), είναι απαραίτητο να απελευθερώνονται μόνο μολυσμένα αρσενικά, καθώς η απελευθέρωση μολυσμένων θηλυκών ατόμων θα οδηγήσει σε συζεύξεις που θα καταλήξουν στην εγκαθίδρυση ενός πληθυσμού που θα φέρει το συγκεκριμένο βακτηριακό στέλεχος (Ζάμπαλου και συνεργάτες, 2007).

Παρά την ευρεία διάδοση του *Wolbachia*, πολλά έντομα γεωργικού ενδιαφέροντος συμπεριλαμβανομένου και του *B. oleae*, δεν είναι με φυσικό τρόπο μολυσμένα με το βακτήριο αυτό. Οι Apostolaki *et al.* (2011) μόλυναν άτομα του *B. oleae* με το wCer2 στέλεχος του *Wolbachia*, το οποίο διαπιστώθηκε ότι μπορεί να επιφέρει 100% κυτταροπλασματική ασυμβατότητα στο φυσικό ξενιστή του.

Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα, είναι ξεκάθαρο ότι η *Wolbachia* – επαγόμενη κυτταροπλασματική ασυμβατότητα αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη μέθοδος καταπολέμησης του δάκου, παρόλ' αυτά, το μεγαλύτερο εμπόδιο που πρέπει ξεπεραστεί για την εφαρμογή της μεθόδου, όπως και στην περίπτωση της τεχνικής του στείρου εντόμου (SIT), είναι η δυσκολία της μαζικής εκτροφής και διαχείρισης του δάκου στο εργαστήριο.

Εναλλακτικές μέθοδοι

Καλλιεργητικές πρακτικές που κυρίως αποσκοπούν στη διακοπή του βιολογικού κύκλου του δάκου και στην υποβοήθηση εγκατάστασης μεγάλου αριθμού παρασιτοειδών και αρπακτικών του εντόμου μέσα στον ελαιώνα. Πλεονέκτημα της παραπάνω μεθόδου αποτελεί το χαμηλό κόστος και η ευκολία στην πρακτική υιοθέτησή της. Τα καλλιεργητικά μέτρα που εφαρμόζονται είναι τα παρακάτω:

α) *Η διατήρηση της φυσικής βλάστησης στον ελαιώνα*, αφήνοντας ορισμένες ακαλλιεργητες ζώνες ή φύτευση ενδιάμεσα των γραμμών κατάλληλων φυτών όπου θα βρίσκουν καταφύγιο παρασιτοειδή ή/και αρπακτικά του δάκου.

β) *Η απομάκρυνση των ώριμων καρπών* που απέμειναν πάνω στα ελαιόδεντρα μετά τη συγκομιδή, όπως επίσης και όλων των καρπών που βρίσκονται στην επιφάνεια του εδάφους, είτε με θάψιμο αυτών στο έδαφος σε βάθος τουλάχιστον 10cm, είτε με μεταφορά τους σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (UC, 2014). Σημαντικές εστίες πληθυσμών του εντόμου παρατηρούνται σε αγριελιές που φέρουν καρπούς και σε εγκαταλελειμμένους ελαιώνες που έχουν απομείνει ασυγκόμιστοι καρποί. Γι' αυτό το λόγο, είναι χρήσιμο να εμποδίζεται η καρπόδεση των αγριελιών με ψεκασμούς με ειδικά χημικά σκευάσματα και να διερευνηθεί η πιθανότητα εφαρμογής ενός ευρείας κλίμακας μηχανισμού, που θα προστατεύει καλλιεργούμενους ελαιώνες που γειτνιάζουν με εκτάσεις αγριελιών ή εγκαταλελειμμένων ελαιώνων (UC, 2014).

γ) *Η καταπολέμηση του λεκανίου της ελιάς, *Saissetia oleae* (Olivier) (Homoptera: Coccidae)*. Μειώνοντας τους πληθυσμούς του λεκανίου, μπορεί έμμεσα να μειωθεί και ο πληθυσμός του δάκου, αφού οι μελιτώδεις εκκρίσεις του λεκανίου αποτελούν πηγή τροφής για το δάκο, ειδικά κατά τη διάρκεια περιόδων που επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες και διακόπτεται η δραστηριότητα του εντόμου (UC, 2014).

δ) *Η επιλογή ποικιλιών ελιάς για εγκατάσταση νέων ή αντικατάσταση υπαρχουσών ελαιώνων*, οι οποίες αποδεδειγμένα από συγκριτικές μελέτες που έχουν διεξαχθεί, είναι λιγότερο ευπρόσβλητες στο δάκο.

ε) *Η χρήση ελαιόδεντρων – «παγίδων»*. Σε ένα ελαιώνα που περιέχει δέντρα μια συγκεκριμένης ποικιλίας, μπορούν να φυτευτούν και λίγα δέντρα άλλης ποικιλίας που ανθίζουν πιο πρώιμα και οι καρποί τους είναι μεγαλύτεροι από της καλλιεργούμενης. Με αυτό τον τρόπο θα υπάρξει συσσώρευση του δάκου σε αυτά τα δέντρα, οπότε και η καταπολέμησή του θα είναι πιο στοχευμένη και αποτελεσματική (Donimici and Montanari, 1987). Το συγκεκριμένο μέτρο θα μπορούσε να συνδυαστεί με ψεκασμούς κάλυψης των συγκεκριμένων δέντρων ή με την εξαπόλυση παρασιτοειδών του δάκου.

Παρεμπόδιση σύζευξης: Η συγκεκριμένη μέθοδος αποσκοπεί στον κορεσμό του περιβάλλοντος του δάκου με φερομόνη, με αποτέλεσμα τον αποπροσανατολισμό του αρσενικού που δεν μπορεί να εντοπίσει την πηγή προέλευσης της φυσικής φερομόνης, την αποτυχία να βρει και να γονιμοποιήσει το θηλυκό και συνεπώς τη μείωση των συζεύξεων και των ωοτοκιών. Τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα της μεθόδου είναι αποθαρρυντικά εξαιτίας της μικρής αποτελεσματικότητάς της στην ύπαιθρο (Montiel Bueno, 1986). Η αυξανόμενη γνώση της βιολογίας και της συζευκτικής συμπεριφοράς του δάκου, δίνει πολλές ελπίδες για βελτίωση της συγκεκριμένης μεθόδου στην ύπαιθρο στα επόμενα έτη.

Χρήση απωθητικών ουσιών των εντόμων και αποτρεπτικών ουσιών ωοτοκίας (semiochemicals, καολίνης κ.α.): Όπως έχει προαναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο (οικολογία δάκου), στο χυμό της ελιάς έχουν ανιχνευθεί πτητικές ουσίες που εκκρίνονται από την οπή ωοτοκίας, και λειτουργούν αποτρεπτικά για άλλα θηλυκά να ωοτοκήσουν στον ίδιο ελαιόκαρπο για περίπου πέντε ημέρες. Για τις ουσίες αυτές χρησιμοποιείται επίσης ο όρος «σηματοχημικά» (semiochemicals). Σε πειράματα αγρού όπου ελαιόδεντρα ψεκάστηκαν με υδατικά διαλύματα υποπροϊόντων ελαιοτριβείων, παρατηρήθηκαν σημαντικά μειωμένα ποσοστά προσβολής του ελαιόκαρπου (Katsoyannos, 1992).

Oi Prophetou *et al.* (1991) επίσης παρατήρησαν ότι το υδροξείδιο του χαλκού πέραν της τοξικότητας που παρουσίασε σε προνύμφες του δάκου, δρούσε αποτρεπτικά στην ωοτοκία του εντόμου. Ίδια αποτελέσματα πήραν και οι Caleca *et al.* (2010), οι οποίοι παρατήρησαν χαμηλή προσβολή των ελαιόκαρπων από το δάκο, ύστερα από εφαρμογή τόσο υδροξειδίου του χαλκού όσο και οξυχλωριούχου χαλκού. Οι Gonçalves and Torres (2012) επίσης διαπίστωσαν το σημαντικά χαμηλό ποσοστό προσβολής των ελαιοκάρπων, σε ένα ελαιώνα της νοτιοανατολικής Πορτογαλίας, ύστερα από ψεκασμούς με οξυχλωριούχο χαλκό, ο οποίος πιθανόν να παρουσιάζει ενδοσυμβιωτικό - βακτηριοκτόνο δράση.

Το σημαντικότερο μειονέκτημα των ψεκασμών τόσο με υδατικά διαλύματα υποπροϊόντων ελαιοτριβείων όσο και με σκευάσματα χαλκού, είναι η μικρή διάρκεια δράσης της εφαρμογής και κάποιων περιπτώσεων φυτοτοξικότητας που παρατηρήθηκαν.

Τα τελευταία έτη, μεγάλο ενδιαφέρον από τους ερευνητές προσελκύει η χρήση καολίνη ως μέθοδος καταπολέμησης του δάκου της ελιάς, εξαιτίας της αυξημένης αποτελεσματικότητάς του και της ευκολίας χρήσης του (Pennino *et al.*, 2006). Ο καολίνης είναι ένα λευκό ή υποκίτρινο, μη πορώδες, υδατοδιαλυτό αργιλοπυριτικό ορυκτό, που προέρχεται από την αποσάθρωση πρωτογενών ορυκτών (κυρίως άστριων). Η δράση του καολίνης εναντίον των ενηλίκων του δάκου βασίζεται στο γεγονός ότι όταν τα ελαιόδεντρα ψεκαστούν με ειδικά επεξεργασμένο υδατοδιαλυτό καολίνη, τότε δημιουργείται ένα λεπτό άσπρο στρώμα πάνω στη φυλλική επιφάνεια και τους ελαιοκάρπους. Σύμφωνα με έρευνες, το λευκό αυτό φιλμ καολίνης παρουσιάζει απωθητική δράση στα ενήλικα του δάκου, καθιστώντας δυσχερή την διατροφή του και την εναπόθεση αυγών πάνω στους ελαιοκάρπους. Με τη μεγέθυνση του ελαιοκάρπου, προφανώς αυξάνεται και η επιφάνειά του που δεν είναι καλυμμένη με καολίνη, με συνέπεια η επιφάνεια αυτή να είναι εκτεθειμένη στη δακοπροσβολή. Ως εκ τούτου, για την καλύτερη προστασία των ελαιόδεντρων είναι υποχρεωτικοί επαναληπτικοί μηνιαίοι ψεκασμοί κατά την περίοδο που ο ελαιοκάρπος αυξάνει σε μέγεθος. Όπως έχει προαναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, ο δάκος αναγνωρίζει τα ελαιόδεντρα από τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του φυλλώματος και των κλάδων της ελιάς όπως το χρωματισμό και την οσμή του φυλλώματος, ενώ τον καρπό από τα οπτικά χαρακτηριστικά του όπως χρώμα, σχήμα και το μέγεθός του. Επίσης, οι καρποί όπου ο δάκος θα ωτοκήσει αναγνωρίζονται από οσμές που προέρχονται από την επιφάνεια των καρπών και τη σκληρότητά τους. Γίνεται αντιληπτό, ότι η απωθητική δράση του καολίνης στο δάκο αποδίδεται στο γεγονός ότι παρεμβαίνει αρνητικά στη βιοχημική αναγνώριση του ελαιόδεντρου από το δάκο. Ακόμη, το αντανακλώμενο από την επίδραση του καολινικού προστατευτικού φιλμ φως, μάλλον δυσχεραίνει τη προσέγγιση του ελαιόδεντρου από το δάκο.

Οι Saour and Makee (2004) σε ένα ελαιώνα της βορειοδυτικής Συρίας, διαπίστωσαν ότι οι ψεκασμοί με καολίνη διατήρησαν τα ποσοστά προσβολής των ελαιοκάρπων σε πολύ χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με αυτά του απέκαστου μάρτυρα. Παράλληλα, παρατήρησαν ότι η εφαρμογή με καολίνη παρουσίαζε μεγάλη υπολειμματική δράση, που έφτανε τις 14 εβδομάδες, σε σχέση με το dimethoate που εμφάνισε μικρότερη υπολειμματική δράση.

Σε δοκιμές διάρκειας δύο ετών, οι Perri *et al.* (2005) σε παρόμοιο πείραμα σε ελαιώνα της ανατολικής Καλαβρίας της Ιταλίας, επαλήθευσαν τη σημαντικά προστατευτική δράση του καολίνης για το δάκο της ελιάς. Παράλληλα, στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου λήφθηκε δείγμα ελαιολάδου στο οποίο δεν διαπιστώθηκε καμία διαφορά στα διατροφικά και

οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου που προέρχονταν από ελαιόδεντρα ψεκάσμενα με καολίνη, σε σύγκριση με αυτά από τον αψέκαστο μάρτυρα.

Ακόμη, οι Pennino *et al.* (2006) σε δοκιμές διάρκειας τριών ετών που πραγματοποίησαν στη Σικελία της Ιταλίας, διαπίστωσαν την αποτελεσματικότητα του καολίνη εναντίον του δάκου της ελιάς, καθώς οι προσβολές του ελαιοκάρπου σε σχέση με εκείνον του αψέκαστου μάρτυρα ήταν σημαντικά χαμηλότερη.

Η προστατευτική δράση του καολίνη στην ελαιοπαραγωγή απέναντι στο δάκο επιβεβαιώνεται και σε πιο πρόσφατες έρευνες όπως των Pascual and Cobos (2010) και των Bengochea *et al.* (2013), οι οποίες επιπρόσθετα διερεύνησαν και τις επιπτώσεις της χρήσης του καολίνη σε πληθυσμούς φυσικών εχθρών.

Ειδικότερα, οι Pascual and Cobos (2010) σε 3ετείς δοκιμές σε περιοχή της Ισπανίας, διαπίστωσαν πως ο καολίνης προκάλεσε μείωση στους πληθυσμούς των ωφελίμων εντόμων *Scymnus mediterraneus* Iablokoff-Khnzorian, *Stethorus punctillum* Weise, *Hyperaspis reppensis* (Hbst.), *Brachynotocoris ferreri* n. sp. Baena (*in litteris*), *Orius* spp. και είδη των οικογενειών Philodromidae, Scelionidae, Pteromalidae, Chrysopidae and Aphelinidae. Οι Bengochea *et al.* (2013) σε δοκιμές τοξικότητας καολίνη και χαλκούχων σκευασμάτων σε τέσσερις φυσικούς εχθρούς που απαντώνται σε ελαιώνες, όπως: *Anthocoris nemoralis* (F.), *Chelonus inanitus* (L.), *Chilocorus nigritus* (F.) και *Scutellista cyanea* Motschulsky, δεν εμφάνισαν συμπτώματα τοξικότητας και δεν αυξήθηκε η θνησιμότητά τους, με εξαίρεση το *A. nemoralis*, αλλά σε κάθε περίπτωση οι αρνητικές επιδράσεις στους φυσικούς εχθρούς ήταν μικρότερες σε σχέση με των υπολοίπων κοινών σκευασμάτων που χρησιμοποιούνται στην ελιά.

Σε συγκριτικές δοκιμές αποτελεσματικότητας μεταξύ καολίνη και χαλκούχων σκευασμάτων φαίνεται ότι υπάρχει μια μικρή υπεροχή του καολίνη, ο οποίος υπερέχει στο γεγονός ότι δεν εκπλένεται τόσο εύκολα όσα τα χαλκούχα σκευάσματα μετά από βροχή (Pennino *et al.*, 2006) και ότι δεν παρουσιάζει περιβαλλοντική τοξικότητα σε σχέση με τα χαλκούχα (Caleca and Rizzo, 2007).

Κατά συνέπεια, η μέθοδος καταπολέμησης του δάκου με χρήση απωθητικών ουσιών όπως ο καολίνης, θα μπορούσε να αποτελέσει μια καλή συμπληρωματική μέθοδο στις ήδη υπάρχουσες, εφόσον όμως καταστεί εφικτή η μείωση των αρνητικών επιδράσεων που φαίνεται ότι εμφανίζει σε αρκετούς φυσικούς εχθρούς του δάκου (Pascual and Cobos, 2010) και εφόσον πραγματοποιηθούν περισσότερα πειράματα αγρού για να επαληθευτεί η προστατευτική δράση του έναντι του εντόμου.

1.3 Εθνικό πρόγραμμα δακοκτονίας

1.3.1. Λειτουργία, σημασία και προβλήματα του προγράμματος δακοκτονίας στην Ελλάδα

Λειτουργία: Η οργάνωση και εποπτεία του προγράμματος καταπολέμησης του δάκου της ελιάς αποτελεί αρμοδιότητα του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΠ.Α.Α.Τ.) το οποίο σχεδιάζει, εισηγείται και εξασφαλίζει: α) τον προϋπολογισμό του προγράμματος, β) το απαραίτητο εποχιακό προσωπικό και γ) τα σχετικά υλικά. Η ευθύνη της εφαρμογής και ο έλεγχος του προγράμματος ανήκει στις Περιφερειακές Ενότητες. Η λειτουργία του προγράμματος δακοκτονίας στην Ελλάδα ρυθμίζεται από το Ν.Δ. 2413/53 όπως έχει τροποποιηθεί και συμπληρωθεί με το Ν.Δ. 2939/54 περί «Καταπολέμησης του δάκου της ελιάς» καθώς και με μεταγενέστερη νομοθεσία και εγκυκλίους. Κάθε χρόνο η εκτέλεση του προγράμματος εποπτεύεται από γεωπόνους (Δ/ντη, Επόπτες δακοκτονίας, Τομεάρχες) των Διευθύνσεων Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής των Περιφερειακών Ενοτήτων (Δ.Α.Ο.Κ. - πρώην Δ/νσεων Γεωργίας Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων) και περιλαμβάνει την τοποθέτηση παγίδων σε όλες τις ενταγμένες στο πρόγραμμα ελαιοκομικές περιοχές της Ελλάδας για την παρακολούθηση του δάκου της ελιάς και τη διενέργεια από ειδικά συνεργεία δολωματικών ψεκασμών ανάλογα με την εξέλιξη του πληθυσμού του εντόμου. Οι ελαιοπαραγωγοί συμμετέχουν με τη σειρά τους στο κόστος του προγράμματος με την καταβολή μιας εισφοράς «υπέρ δακοκτονίας» ανάλογα με την παραγωγή τους.

Τις τελευταίες δεκαετίες, η καταπολέμησή του πραγματοποιείται με από εδάφους δολωματικούς ψεκασμούς, μειώνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο τις ποσότητες των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων που χρησιμοποιούνται και ελαχιστοποιώντας την περιβαλλοντική επιβάρυνση και τις επιπτώσεις στη δημόσια υγεία των κατοίκων της υπαίθρου και των καταναλωτών. Οι ψεκασμοί δύνανται να πραγματοποιηθούν μόνο όταν το ποσοστό καρποφορίας στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου είναι άνω του 20% και 25% μιας πλήρους εσοδείας για τις επιτραπέζιες και τις ελαιοποιήσιμες ποικιλίες ελιάς αντίστοιχα.

Στη διοικητική διάθρωση του προγράμματος δακοκτονίας συμμετέχουν τρεις μόνιμοι γεωπόνοι των Δ.Α.Ο.Κ. των Περιφερειακών Ενοτήτων της χώρας, με επικεφαλής τον Διευθυντή Δακοκτονίας και έπονται οι δύο Επόπτες Δακοκτονίας. Οι Επόπτες εποπτεύουν τους εκάστοτε Τομεάρχες γεωπόνους οι οποίοι προσλαμβάνονται κάθε χρόνο, με σκοπό την επίβλεψη της σωστής λειτουργίας του προγράμματος στο ύπαιθρο. Η καταπολέμηση του δάκου της ελιάς πραγματοποιείται από ημισυνεργεία ή συνεργεία, το καθένα από τα οποία αποτελείται από τον αρχιεργάτη-παγιδοθέτη, τους ψεκαστές και τον μεταφορέα. Τα συνεργεία περιλαμβάνουν οκτώ

(8) ψεκαστές που είναι υπεύθυνοι για 70.000 ελαιόδεντρα, ενώ τα ημισυνεργεία περιλαμβάνουν τέσσερεις (4) ψεκαστές που είναι υπεύθυνοι για 35.000 ελαιόδεντρα αντίστοιχα, η δε διάρκεια του κάθε ψεκασμού δεν μπορεί να υπερβαίνει τις οκτώ (8) συνεχόμενες ημέρες. Η πυκνότητα των παγίδων ορίζεται πλέον, στη μία (1) παγίδα ανά δύο χιλιάδες (2.000) ελαιόδεντρα και στη μία (1) παγίδα ανά χίλια (1000) ελαιόδεντρα στις δύσκολες από απόψεως πληθυσμού του δάκου της ελιάς περιοχές. Οι παγίδες που χρησιμοποιούνται είναι γυάλινες τύπου McPhail και η κάθε μία περιέχει υδατικό διάλυμα θεικής αμμωνίας σε ποσοστό 2%. Η αλλαγή του διαλύματος πραγματοποιείται κάθε πέντε (5) ημέρες ταυτόχρονα μαζί με την καταμέτρηση των δάκων από τον παγιδοθέτη. Ο προσδιορισμός του σωστού χρόνου εφαρμογής του πρώτου ψεκασμού στηρίζεται στον υπολογισμό και το συνδυασμό των εξής παραμέτρων:

1. Ύψος πληθυσμού του δάκου (5 και άνω ανά παγίδα και πενθήμερο)
2. Σύνθεση πληθυσμού του δάκου, δηλαδή αριθμητική σχέση θηλυκών και αρσενικών, ο λόγος θηλυκά / αρσενικά πρέπει να είναι τουλάχιστον ένα.
3. Ποσοστό γόνιμων θηλυκών (παρουσία ώριμων αυγών - μεγαλύτερο του 5%)
4. Κατάσταση ελαιοκάρπου

Μέσο βάρος καρπού >0,20 gr και έναρξη πήξης του πυρήνα (σύμφωνα με τελευταίες μελέτες η έναρξη πήξης του πυρήνα ταυτίζεται με έναρξη δημιουργίας αμινοξέων στον ελαιοκάρπο).

5. Κλιματολογικές συνθήκες (θερμοκρασία και υγρασία)

Για τον προσδιορισμό του χρόνου εφαρμογής των επόμενων ψεκασμών λαμβάνεται κυρίως υπ' όψιν το ύψος των πληθυσμών του δάκου της ελιάς, η σχέση αρσενικών προς θηλυκά, η επί της % γονιμότητα των θηλυκών, τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών, η καθοδική ή ανοδική τάση των πληθυσμών και η τοπική εμπειρία.

Σε όλες τις περιπτώσεις στη λήψη απόφασης για εφαρμογή ενός ψεκασμού θα πρέπει να συνεξετάζονται και οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες (θερμοκρασία και υγρασία) αν δηλαδή είναι ευνοϊκές ή όχι για την ανάπτυξη των πληθυσμών του εντόμου.

Οι δολωματικοί ψεκασμοί πραγματοποιούνται σε κάθε 2^ο δέντρο σε κανονικής πυκνότητας ελαιώνες και σε κάθε δέντρο σε πολύ αραιής πυκνότητας, στη βόρεια πλευρά του κορμού των ελαιόδεντρων, τις πρωινές ώρες της ημέρας (τότε που υπάρχει αυξημένη δραστηριότητα του δάκου) και χωρίς βροχή. Όταν μετά από τον ψεκασμό βρέξει με μικρής έντασης και διάρκειας βροχή δεν επηρεάζεται η αποτελεσματικότητα των ψεκασμών αντίθετα μπορεί να αποδειχθεί ωφέλιμη αναζωογονώντας τη δράση των δολωμάτων. Οι ισχυρές βροχοπτώσεις που οδηγούν σε απόπλυση του δολώματος επιβάλλουν την επανάληψη του ψεκασμού ιδιαίτερα όταν η βροχή σημειωθεί την ίδια μέρα με τον ψεκασμό, και σε περιόδους

που παρατηρούνται συνεχείς έξοδοι και επικάλυψη γενιών, συνεκτιμώντας πάντα και τις ενδείξεις των παγίδων.

Την ημέρα του ψεκασμού αν η θερμοκρασία υπερβεί τους 28°C, συνήθως ο ψεκασμός διακόπτεται.

Η δειγματοληψία προϋποθέτει τη συλλογή 960 καρπών ως εξής: σαράντα (40) ελαιόδεντρα, εικοσιτέσσερεις (24) καρπούς ανά δέντρο, ήτοι έξι (6) καρπούς από κάθε πλευρά της κόμης κάθε δέντρου.

Σημασία: Η αποτελεσματικότητα του προγράμματος δακοκτονίας εξαρτάται από την έγκαιρη και ακριβή μέτρηση του πληθυσμού του δάκου, την παρακολούθηση του βιολογικού του κύκλου και ταυτόχρονα την παρακολούθηση της εξέλιξης της παραγωγής και των καιρικών συνθηκών. Όλα τα παραπάνω στοιχεία οδηγούν στην πραγματοποίηση των ψεκασμών όταν και όπου χρειάζεται. Κατά συνέπεια η έγκαιρη έναρξη του προγράμματος είναι καθοριστικής σημασίας για την επίτευξη του σκοπού του.

Η πρώτη γενεά του δάκου αποκαλείται «θεμελιωτική» επειδή αποτελεί τη βάση για την εξέλιξη του προβλήματος σε μια περιοχή, γι' αυτό το λόγο, η έγκαιρη εγκατάσταση του δικτύου των παγίδων είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τον ακριβή καθορισμό του χρόνου εφαρμογής του πρώτου ψεκασμού, ο οποίος πραγματοποιείται εναντίον της πρώτης γενεάς του δάκου, ώστε να αναχαιτίζεται η περαιτέρω εξέλιξη του πληθυσμού του εντόμου, διασφαλίζοντας με αυτό τον τρόπο την επιτυχία του προγράμματος.

Προβλήματα: Τα κύρια προβλήματα της δακοκτονίας στην Ελλάδα σχετίζονται με τις πολύπλοκες και χρονοβόρες γραφειοκρατικές διαδικασίες που απαιτούνται για την υλοποίηση του προγράμματος.

Η υλοποίηση του προγράμματος προϋποθέτει την προκήρυξη: 1) διαγωνισμού ανάδειξης εργολάβων ψεκασμού, 2) διαγωνισμού ανάδειξης εργολάβων παγιδοθεσίας, 3) για πρόσληψη των τομεαρχών γεωπόνων και 4) για πρόσληψη εργατοτεχνικού προσωπικού. Οι καθυστερήσεις που παρουσιάζονται στην διεκπεραίωση των προαναφερόμενων προκηρύξεων και διαγωνισμών ευθύνονται κυρίως για την μη έγκαιρη έναρξη του προγράμματος σε πολλές ελαιοκομικές περιοχές της Ελλάδας.

Σημαντική για την επιτυχία του προγράμματος της δακοκτονίας στην Ελλάδα είναι η έγκαιρη έναρξη του που εξαρτάται από την έγκαιρη εξασφάλιση του προϋπολογισμού, του προσωπικού και των υλικών. Η αντιπροσωπευτικότητα της περιοχής παγιδοθεσίας και η έγκαιρη αξιολόγηση των ευρημάτων από τους αρμόδιους επιστήμονες καθορίζουν την απόφαση για λήψη ή μη εντολών ψεκασμού και συντελούν στην επιτυχία της καταπολέμησης. Επειδή ο αριθμός των

γεωπόνων τομεαρχών και των γεωπόνων – εποπτών δακοκτονίας των Δ.Α.Ο.Κ. έχει μειωθεί δραματικά τα τελευταία έτη χωρίς να γίνονται οι ανάλογες προσλήψεις, τα περιθώρια άσκησης των καθηκόντων τους στενεύουν με συνέπεια την πλημμελή και μη ακριβή υλοποίηση του προγράμματος της δακοκτονίας.

Ακόμη ένα πρόβλημα που κάνει την εμφάνισή του τα τελευταία έτη με την ανάπτυξη της βιολογικής γεωργίας στην Ελλάδα, είναι οι βιολογικοί ελαιώνες οι οποίοι εξαιρούνται από το πρόγραμμα δακοκτονίας, με αποτέλεσμα να μένουν απροστάτευτοι και δυνητικά να αποτελούν εστίες μόλυνσης αφού δρουν ως καταφύγιο όπου αναπτύσσονται υψηλοί πληθυσμοί του δάκου.

1.4 Σκοπός της διατριβής

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν η διερεύνηση της δυναμικής των πληθυσμών του δάκου της ελιάς στην ευρύτερη περιοχή της Καλαμάτας το χρονικό διάστημα 2010-2012. Η γνώση της διακύμανσης των φυσικών πληθυσμών του δάκου στην Π.Ε. Μεσσηνίας αποτελεί βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή και βελτίωση του προγράμματος καταπολέμησης του δάκου της ελιάς με από εδάφους δολωματικούς ψεκασμούς ή γενικότερα των μεθόδων ολοκληρωμένης φυτοπροστασίας (IPM) εναντίον του δάκου, καθώς αυτή η πληροφορία δεν είναι διαθέσιμη μέχρι σήμερα για τη συγκεκριμένη περιοχή. Επιπλέον, ζητούμενο είναι η διερεύνηση της επίδρασης των κλιματικών παραγόντων όπως η μέση ατμοσφαιρική θερμοκρασία και η μέση σχετική υγρασία, καθώς και η επίδραση της απόστασης από την ακτογραμμή και του υψομέτρου στο πληθυσμό του δάκου της ελιάς της Π.Ε. Μεσσηνίας. Αναλυτικά τα ερωτήματα που προσπαθεί η συγκεκριμένη διατριβή να απαντήσει είναι:

- Α) Ποια η επίδραση που έχουν οι κλιματικές συνθήκες (μέση ατμοσφαιρική θερμοκρασία, μέση σχετική υγρασία) στους πληθυσμούς του δάκου της ελιάς της Π.Ε. Μεσσηνίας;
- Β) Ποια η επίδραση της απόστασης από την ακτογραμμή και του υψομέτρου στους πληθυσμούς του δάκου της ελιάς της Π.Ε. Μεσσηνίας;
- Γ) Μπορούν να ομαδοποιηθούν περιοχές της Π.Ε. Μεσσηνίας που παρουσιάζουν κοινά γεωγραφικά και κλιματικά χαρακτηριστικά ως προς τη δυναμική των πληθυσμών του δάκου και των μεθόδων καταπολέμησης του;
- Δ) Ποια η επίδραση της δακοκτονίας στους πληθυσμούς του δάκου;

Υλικά & Μέθοδοι



2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης της εργασίας αφορά την ευρύτερη περιοχή της Κυπαρισσίας της Περιφερειακής Ενότητας (Π.Ε.) Μεσσηνίας, στο νοτιοδυτικό τμήμα της Πελοποννήσου (Εικ. 14). Η Π.Ε. Μεσσηνίας διοικητικά ανήκει στην Περιφέρεια Πελοποννήσου και συνορεύει βόρεια με την Π.Ε. Ηλείας, βορειοανατολικά με την Π.Ε. Αρκαδίας, ενώ ανατολικά με την Π.Ε. Λακωνίας. Στα δυτικά βρίσκεται ο Κυπαρισσιακός Κόλπος ο οποίος βρέχεται από το Ιόνιο Πέλαγος, ενώ στα νότια βρέχεται από το Μεσσηνιακό Κόλπο. Στα βορειοανατολικά σύνορα με την Ηλεία και την Αρκαδία βρίσκεται το Λύκαιον Όρος (κορυφή Στεφάνι στα 1.421μ), ενώ μέρος του ίδιου ορεινού όγκου αποτελεί στα βόρεια σύνορα με την Ηλεία το Τετράζιο ή Τετράγιο Όρος (κορυφή Προφήτης Ηλίας στα 1.388μ). Στα δυτικά δεσπόζουν τα βουνά της Κυπαρισσίας (1.054μ), τα οποία βρίσκονται νοτιοανατολικά της ομώνυμης κομόπολης. Στα δυτικά των βουνών της Κυπαρισσίας απλώνεται η στενή παραλιακή πεδιάδα της Κυπαρισσίας.

Η περιοχή της Κυπαρισσίας διαθέτει άφθονα επιφανειακά νερά εποχιακής ροής με εξαίρεση τους ποταμούς Νέδα και Αρκαδικό. Ο ποταμός Νέδα αποτελεί το βόρειο φυσικό σύνορο με την Ηλεία και είναι το ένα από τα δύο ελληνικά ποτάμια με θηλυκή ονομασία, το οποίο πηγάζει μεταξύ των Λύκαιου και Τετραζίου Ορέων, ρέει προς τα δυτικά και εκβάλλει στον Κυπαρισ-



Εικόνα 14: Χάρτης της περιοχής μελέτης (37°14'57''B, 21°40'22''A)

σιακό Κόλπο. Ο Αρκαδικός ποταμός πηγάζει από τα όρη της Κυπαρισσίας και εκβάλλει στην παραλία του Καλού Νερού, αφού πρώτα διασχίσει κατά μήκος την εύφορη πεδιάδα που σχηματίζεται και περικλείεται από το Λύκαιον Όρος από Βορρά και από τα όρη της Κυπαρισσίας από το Νότο (Εικ. 15).



Εικόνα 15: Γεωγραφικές λεπτομέρειες της περιοχής μελέτης. (Πηγή: Google earth)

Η περιοχή παρουσιάζει τυπικό Μεσογειακό κλίμα (εύκρατο). Στον Πίνακα 6 αποτυπώνονται οι μέσες μηνιαίες ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες, η μέση μηνιαία σχετική υγρασία και το μηνιαίο ύψος νετού κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης (2010-12), ενώ στον Πίνακα 7 αναφέρονται τα κυριότερα κλιματολογικά δεδομένα της Κυπαρισσίας (Γκουβάς και Σακελλαρίου, 2011). Το δυτικό παράκτιο τμήμα της Κυπαρισσίας τους καλοκαιρινούς μήνες είναι δροσερό, εξαιτίας της επίδρασης της αύρας και των μελτεμιών του Ιονίου Πελάγους, το οποίο ευνοεί την ανάπτυξη υψηλών επιπέδων σχετικής υγρασίας που επηρεάζει σημαντικά τη διακύμανση των πληθυσμών του δάκου της ελιάς, ενώ στο εσωτερικό και στις περιοχές με μεγάλο υψόμετρο η υγρασία ελαττώνεται σταδιακά.

Το υψόμετρο των ελαιώνων της περιοχής εκτείνεται από το ύψος της θάλασσας έως και 600m υψόμετρο περίπου.

Πίνακας 6: Κλιματικές συνθήκες που επικράτησαν την περίοδο 2010-12 στην περιοχή της Κυπαρισσίας.

Μήνας	Μέση μηνιαία ελάχιστη θερμοκρασία* (°C)			Μέση μηνιαία μέγιστη θερμοκρασία* (°C)			Μέση σχετική υγρασία* (%)			Ύψος νετού* (mm)		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
ΙΑΝ	6,0	5,3	2,9	14,4	15,3	13,2	80,3	80,8	72,2	105,4	183,0	73,6
ΦΕΒ	6,8	5,5	5,3	15,0	16,0	13,2	78,9	73,8	78,4	93,3	90,3	202,6
ΜΑΡ	7,6	6,4	6,4	17,9	16,9	17,9	75,0	72,5	72,0	30,3	46,3	31,7
ΑΠΡ	8,9	9,2	9,7	21,7	19,4	20,9	63,6	75,6	71,6	9,5	31,7	79,1
ΜΑΙ	12,7	11,6	12,4	25,5	23,5	25,0	61,7	70,7	62,4	28,6	61,4	14,4
ΙΟΥΝ	16,6	16,4	16,9	28,8	28,8	31,2	61,3	65,2	52,0	27,1	4,6	0,0
ΙΟΥΛ	19,4	18,7	19,9	31,4	32,7	33,8	59,4	54,0	49,4	0,0	0,0	0,0
ΑΥΓ	20,2	19,3	19,9	33,3	31,8	34,1	58,1	59,0	49,3	0,0	1,3	35,9
ΣΕΠΤ	17,1	17,5	17,1	28,4	30,2	29,7	68,7	62,4	62,5	23,5	69,4	31,6
ΟΚΤ	14,0	11,6	14,0	23,9	22,7	26,6	77,6	72,2	71,2	143,8	121,7	24,9
ΝΟΕ	11,9	7,6	11,3	22,0	18,9	22,1	80,3	70,4	69,3	78,6	0,2	86,0
ΔΕΚ	8,1	7,1	6,6	17,0	16,2	16,3	79,7	82,3	76,2	55,8	204,3	167,8

* Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία

Πίνακας 7: Κυριότερα κλιματολογικά δεδομένα της Κυπαρισσίας.

T _ψ (°C)	m (°C)	T _θ (°C)	M (°C)	T _{αν} (°C)	T _α (°C)	N _{T10}	N _{T20}	P _{αν} (mm)	P _α (mm)
10,8	7,3	25,6	30,5	18,0	23,4	12	4	848	51

(T_ψ: Μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα, m: Μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα, T_θ: Μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα, M: Μέση μέγιστη θερμοκρασία του θερμότερου μήνα, T_{αν}: Μέση ετήσια θερμοκρασία, T_α: Μέση θερμοκρασία του τετραμήνου Μαΐου-Αυγούστου, N_{T10}: Αριθμός μηνών με μέση θερμοκρασία >10°C, N_{T20}: Αριθμός μηνών με μέση θερμοκρασία >20°C, P_{αν}: Μέσο ετήσιο ύψος νετού, P_α: Μέσο ετήσιο ύψος νετού του τετραμήνου Μαΐου-Αυγούστου)

2.2. Διαχείριση των πληθυσμών του δάκου της ελιάς

Η κυρίαρχη ποικιλία στην περιοχή μελέτης είναι η «Κορωνέικη» η οποία παρουσιάζει κατ'εξοχήν ελαιοποιήσιμη χρήση (Πίνακας 1), με έκταση που καλύπτει το 98% των συνολικά ελαιοκαλλιεργούμενων εκτάσεων (υπόλοιπο 1% Μαυροελιά και 1% Μανακοελιά). Η μέση ηλικία των ελαιόδεντρων της περιοχής κυμαίνεται από 30 έως 70 έτη, με τα γηραιότερα δέντρα

να φτάνουν την ηλικία των 600 ετών. Ο αριθμός των ενταγμένων στο πρόγραμμα δακοκτονίας ελαιόδεντρων ανέρχεται στα 2.000.000 ελαιόδεντρα περίπου, από τα οποία το 55% καλλιεργούνται σύμφωνα με τις αρχές της βιολογικής γεωργίας, το 15-20% της ολοκληρωμένης διαχείρισης και τα υπόλοιπα 25-30% συμβατικά. Η ελαιοκαλλιέργεια είναι εντατικής μορφής και περίπου το 20% των εκτάσεων είναι αρδευόμενες. Η καλλιέργεια της ελιάς διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην τοπική αγροτική οικονομία με το παραγόμενο ελαιόλαδο και την βρώσιμη ελιά, να παρουσιάζουν κυρίως εξαγωγικό προσανατολισμό.

Η διαχείριση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς στην περιοχή πραγματοποιείται μέσω του εθνικού περιφερειακού προγράμματος καταπολέμησης του εντόμου του ΥΠ.Α.Α.Τ., με την εφαρμογή δολωματικών ψεκασμών. Οι δολωματικοί ψεκασμοί στην περιοχή κατά τη διάρκεια της περιόδου μελέτης πραγματοποιήθηκαν από τέλη Ιουνίου έως τέλη Οκτωβρίου το 2010, από αρχές Ιουλίου έως τέλη Οκτωβρίου το 2011 και από μέσα Ιουλίου έως τέλη Οκτωβρίου το 2012. Οι δραστικές ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν στους δολωματικούς ψεκασμούς ήταν οι: (1) a-cypermethrin, (2) beta-cyfluthrin, (3) spinosad και (4) dimethoate, οι οποίες εναλλάσσονταν σε κάθε εφαρμογή για την αποφυγή φαινομένων ανάπτυξης ανθεκτικότητας του δάκου της ελιάς. Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η πυκνότητα των παγίδων στην περιοχή ήταν μία (1) παγίδα ανά δύο χιλιάδες (2.000) ελαιόδεντρα και ότι οι δολωματικοί ψεκασμοί σταματούσαν όταν η ατμοσφαιρική θερμοκρασία ξεπερνούσε τους 30°C.

2.3. Πηγές δεδομένων

Τα στοιχεία της παρούσας εργασίας προέρχονται από τα αρχεία της Διεύθυνσης Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής Τριφυλίας και από δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο λειτουργίας του εθνικού περιφερειακού προγράμματος δακοκτονίας τα έτη 2010, 2011 και 2012.

2.4. Συλλογή δεδομένων, μέγεθος δείγματος

Η παρακολούθηση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς της περιοχής κατά την χρονική περίοδο μελέτης πραγματοποιήθηκε με τη χρήση γυάλινων παγίδων McPhail με υδατικό διάλυμα 2% θειικής αμμωνίας. Κάθε παγίδα αντιστοιχούσε σε 2.000 ελαιόδεντρα, ενώ η καταμέτρηση των ατόμων δάκου πραγματοποιούνταν κάθε 5 ημέρες οπότε και αντικαθίστανται το διάλυμα κάθε παγίδας. Ο αριθμός των παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν για τα έτη 2010, 2011, 2012 ήταν 990, 780 και 720 αντίστοιχα.

Το μέγεθος του δείγματος καθορίστηκε από τις μετρήσεις των ατόμων δάκου που καταγράφηκαν για τα κοινοτικά διαμερίσματα που ήταν ενταγμένα στο πρόγραμμα δακοκτονίας την περίοδο 2010-12, με εξαίρεση:

- τα Κ.Δ. Εξοχικού, Στασιού και Ξηροκάμπου για τα οποία δεν υπάρχουν δεδομένα για το έτος 2012,
- το Κ.Δ. Καλού Νερού για το οποίο δεν υπάρχουν δεδομένα για το έτος 2011,
- το Κ.Δ. Γλυκορριζίου για το οποίο δεν υπάρχουν δεδομένα για το έτος 2010 και
- το 2011 που επιπρόσθετα με τις υπόλοιπες περιοχές, αναλύεται η διακύμανση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς στα Κ.Δ. Κοπανακίου, Δωρίου, Κόκλα, Βασιλικού, Πολυθέας, Μοναστηρίου, Αετού και Μάλθης τα οποία δεν ήταν ενταγμένα στο πρόγραμμα δακοκτονίας τα έτη 2010 και 2012.

Προκειμένου να διευκολυνθεί το έργο της χαρτογράφησης των περιοχών που παρουσιάζουν ομοιογένεια στη χωροχρονική διακύμανση των πληθυσμών του δάκου, πραγματοποιήθηκε η εξής κατηγοριοποίηση των περιοχών (και χρωματικά όπως φαίνεται στην Εικ. 15):

1^η ΟΜΑΔΑ: Παράκτιες περιοχές (ακτίνα έως 7 χλμ) με υψόμετρο κάτω των 250μ.

2^η ΟΜΑΔΑ: Παράκτιες περιοχές (ακτίνα έως 7 χλμ) με υψόμετρο άνω των 250μ.

3^η ΟΜΑΔΑ: Ηπειρωτικές περιοχές (ακτίνα άνω των 7 χλμ) με υψόμετρο κάτω των 250μ.

4^η ΟΜΑΔΑ: Ηπειρωτικές περιοχές (ακτίνα άνω των 7χλμ) με υψόμετρο άνω των 250μ.

Στον Πίνακα 8 αναφέρονται τα κοινοτικά διαμερίσματα και οι περιοχές που είναι ενταγμένες στο πρόγραμμα δακοκτονίας ανά έτος στην περιοχή μελέτης μας, τα υψόμετά τους, τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη τους σε προβολικό σύστημα WGS 84, η ομάδα στην οποία ανήκουν σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση που αναφέρθηκε παραπάνω και ο αριθμός των αναρτηθέντων παγίδων για κάθε έτος.

Οι ημερομηνίες στις οποίες αφορούν τα δεδομένα της εργασίας είναι εκείνες για τις οποίες υφίστανται μετρήσεις για όλα τα κοινοτικά διαμερίσματα την περίοδο 2010-12. Εξαίρεση αποτελεί για το έτος 2010 το Κ.Δ. Φαρακλάδας που δεν υπάρχουν δεδομένα για τις ημερομηνίες 11 και 16 Ιουνίου (τα δύο πρώτα 5νθήμερα του έτους εφαρμογής του προγράμματος δακοκτονίας) και το έτος 2012 που δεν υπάρχουν δεδομένα για την 7^η Ιουλίου (το πρώτο 5νθήμερο του προγράμματος δακοκτονίας) για τις περιοχές Καρτελάς, Φαρακλάδα, Αγαλιανή-Πρόδρομος, Ροντάκι, Γιαννίτσαίνα, Ράχες, Ελαία-Καρυές, Καλό Νερό, Μουριατάδα και

Μεταλλείο. Στον Πίνακα 9 αναφέρονται οι ημερομηνίες μετρήσεων των πληθυσμών του δάκου της ελιάς ανά έτος.

Πίνακας 8: Κατηγοριοποίηση των ενταγμένων στο πρόγραμμα δακοκτονίας περιοχών την περίοδο 2010-12.

Ομάδα	Κοινοτικό Διαμέρισμα / Περιοχή	Υψόμετρο* (σε μέτρα)	Γεωγραφικό Μήκος* (WGS 84)	Γεωγραφικό Πλάτος* (WGS 84)	Αριθμός παγίδων ανά έτος		
					2010	2011	2012
1 ^η	Εξοχικό	47	21°35' 42,05''	37°11' 22,95''	60	30	
	Χαλαζόνι	111	21°37' 16,21''	37°11' 13,70''	60	30	60
	Φαρακλάδα	65	21°37' 20,19''	37°12' 08,37''	60	60	60
	Σπηλιά	81	21°38' 22,17''	37°12' 22,17''	90	60	60
	Αρμενιοί	104	21°39' 31,75''	37°13' 02,82''	60	30	60
	Στασιό	165	21°40' 11,61''	37°13' 05,56''	30	15	
	Ξηρόκαμπος	204	21°40' 35,62''	37°13' 18,53''	30	15	
	Γιαννίτσαίνα	25	21°38' 53,24''	37°14' 17,04''	60	30	30
	Ροντάκι	76	21°40' 00,63''	37°14' 15,47''	60	30	30
	Μεταλλείο	91	21°41' 38,09''	37°15' 19,81''	60	30	30
	Καρτελάς	21	21°41' 18,46''	37°16' 13,09''	60	30	30
	Καλό Νερό	18	21°42' 09,06''	37°17' 51,60''	120		60
	Ράχες	132	21°42' 57,81''	37°16' 43,78''	60	30	60
	Ελαία	22	21°41' 30,03''	37°22' 33,82''	30	15	30
	Καρυές	74	21°43' 44,48''	37°23' 31,20''	30	15	30
2 ^η	Μουριατάδα	310	21°43' 54,58''	37°14' 43,06''	60	30	60
	Γλυκορρίζι	252	21°46' 19,05''	37°18' 17,19''		30	60
	Αγαλιανή	382	21°43' 42,67''	37°21' 47,01''	30	30	30
	Πρόδρομος	373	21°43' 56,25''	37°21' 47,01''	30	30	30
3 ^η	Κοπανάκι	184	21°49' 05,69''	37°17' 21,90''		60	
	Δώριο	167	21°51' 23,10''	37°17' 17,98''		30	
	Κόκλας	150	21°52' 14,86''	37°16' 17,95''		30	
	Βασιλικό	128	21°53' 43,80''	37°16' 03,25''		15	
4 ^η	Αρτίκι	261	21°47' 02,63''	37°15' 24,68''		30	
	Πολυθέα	447	21°48' 52,14''	37°14' 39,43''		15	
	Μοναστήρι	572	21°49' 04,98''	37°13' 57,48''		15	

	Αετός	382	21°49' 54,65''	37°14' 44,61''		30	
	Μάλθη	354	21°51' 38,54''	37°14' 13,47''		15	

* Πηγή: Google earth

Πίνακας 9: Ημερομηνίες κατά τις οποίες έγινε έλεγχος των παγίδων και καταμέτρηση των πληθυσμών του δάκου στην περιοχή μελέτης.

ΕΤΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ				
	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος
2010	11,16,21,26	1,6,11,16,21,26	1,6,11,16,21,26	1,6,11,16,21,26	1,6,11,16,21,26
2011		1,6,11,16,21,26	1,6,11,16,21,26	1,6,11,16,21,26	1,6,11,16,21,26
2012		7,12,17,22,27	2,7,12,17,22,27	2,7,12,17,22,27	2,7,12,17,22

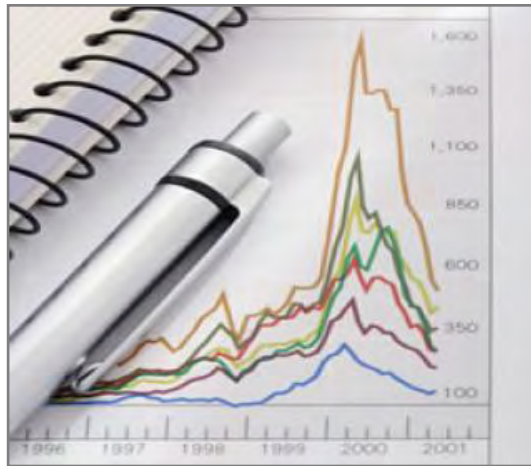
2.5. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS 20.00 for Windows.

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω τέσσερις αναλύσεις παραλλακτικότητας (ANOVA):

1. Συνολικός αριθμός συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα, για όλες τις περιοχές και για όλα τα έτη,
2. Αριθμός συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα και ανά ημέρα, για όλες τις περιοχές και για όλα τα έτη,
3. Συνολικός αριθμός συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα, για όλες τις περιοχές και μόνο για το έτος 2011 και
4. Συνολικός αριθμός συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα, για τις περιοχές των Ομάδων 1 και 2 και για όλα τα έτη.

Αποτελέσματα



3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Εποχικές μεταβολές στους πληθυσμούς του δάκου της ελιάς

Το ύψος του πληθυσμού του δάκου της ελιάς συνδέεται στενά με την καρπόδεση και την παραγωγή του ελαιοκάρπου την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο (Πίνακας 10). Το έτος 2010 χαρακτηρίστηκε από χαμηλή παραγωγή, ενώ το επόμενο, οι συλλήψεις ενηλίκων κυμάνθηκαν στα χαμηλότερα επίπεδα της τριετίας. Αντίθετα, το 2012 παρουσιάστηκαν τα υψηλότερα επίπεδα πληθυσμών του εντόμου όλης της τριετίας, καθώς το 2011 η παραγωγή ελαιοκάρπου ήταν ιδιαίτερα υψηλή. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι τις χρονιές που χαρακτηρίζονται από υψηλή παραγωγή, ο δάκος της ελιάς βρίσκει άφθονη διαθέσιμη τροφή και ταυτόχρονα καταφύγιο για να προστατευθεί το χειμώνα, με συνέπεια την επόμενη άνοιξη οι πληθυσμοί που αναπτύσσει το έντομο να είναι μεγαλύτεροι από αυτούς που ακολουθούν μια χρονιά με χαμηλή παραγωγή.

Πίνακας 10: Συνολική παραγωγή ελαιοκάρπου στην περιοχή της Κυπαρισσίας και αριθμός αναρτημένων παγίδων McPhail στο πρόγραμμα δακοκτονίας την περίοδο 2010-2012.

	Περίοδος δακοκτονίας*		
	2010	2011	2012
Παραγωγή** (tn)	18.500	22.000	23.000
Αριθμός παγίδων	990	780	720

* Ιούνιος/Ιούλιος – Οκτώβριος, ** Η παραγωγή αντιστοιχεί σε 2.000.000 ελαιόδεντρα

Όπως φαίνεται στα Διαγράμματα 2, 3, 4, 5, 6 και στα τρία έτη η πορεία των συλλήψεων ενηλίκων αυξάνει το Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο σε σχέση με τους καλοκαιρινούς μήνες. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή, όπως η αυξημένη σχετική υγρασία και οι ήπιες θερμοκρασίες του φθινοπώρου (Πίνακας 6) που ευνοούν την ανάπτυξη και εξέλιξη των πληθυσμών του δάκου της ελιάς. Οι υψηλότερες συλλήψεις ενηλίκων παρουσιάστηκαν το 2012 από την αρχή της περιόδου δακοκτονίας (Ιούλιος), σχεδόν διπλάσιες σε σχέση με τα δύο προηγούμενα έτη 2010 και 2011.

Από τα Διαγράμματα 4, 5, 6 διαπιστώνεται ότι η αποτελεσματικότητα των δολωματικών ψεκασμών που διενεργήθηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος δακοκτονίας, κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα σε όλα τα έτη, αφού κατόρθωσαν να διατηρήσουν τους πληθυσμούς του δάκου

της ελιάς κάτω από το όριο ανεκτής πυκνότητας (5 δάκοι/5ήμερο), με μια εξαίρεση το διάστημα Σεπτεμβρίου – Οκτωβρίου 2012. Η διάρκεια δράσης των δολωματικών ψεκασμών κυμαίνεται στις 30 ημέρες περίπου.

Το 2010 εμφανίζονται τέσσερα υψηλά των πληθυσμών του δάκου της ελιάς, εκ των οποίων τα δύο υψηλά που αντιστοιχούν στους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριο ξεπέρασαν τα όρια ανεκτής πυκνότητας του εντόμου. Διενεργήθηκαν πέντε γενικοί δολωματικοί ψεκασμοί που έλεγξαν αποτελεσματικά τους πληθυσμούς του δάκου, καθώς σε κάθε περίπτωση τους διατήρησαν κάτω από το όριο ανεκτής πυκνότητας. Η διάρκεια δράσης των δολωματικών ψεκασμών κυμάνθηκε στον ένα μήνα περίπου ανάλογα με την περιοχή, όσο δηλαδή ήταν και το μεσοδιάστημα των τεσσάρων υψηλών των πληθυσμών του εντόμου. Από τους Πίνακες 6 και 7 προκύπτει ότι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος παρουσίασαν μέση μηνιαία μέγιστη, αλλά και μέση θερμοκρασία υψηλότερη από τη μέση μέγιστη και μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα (Μ) αντίστοιχα της περιοχής, γεγονός στο οποίο πιθανώς να οφείλονται οι χαμηλοί πληθυσμοί του εντόμου την καλοκαιρινή περίοδο.

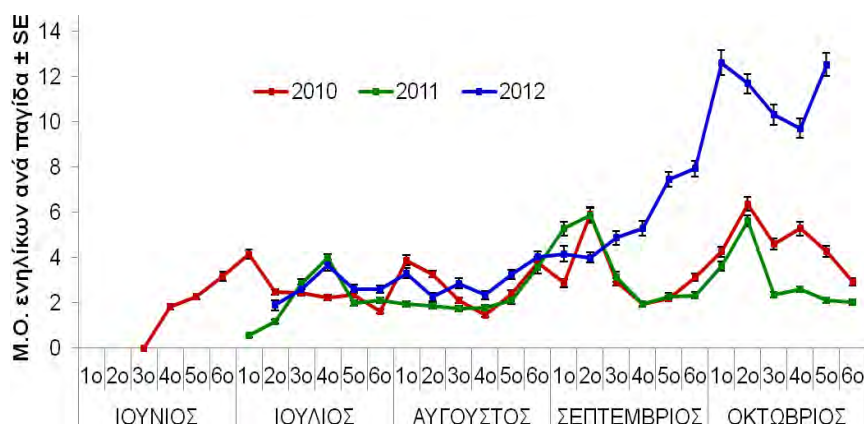
Το 2011 η πορεία των συλλήψεων ήταν παραπλήσια με εκείνη το 2010, με εξαίρεση το γεγονός ότι παρουσιάστηκαν τρία μόνο υψηλά, καθώς όπως διακρίνεται από το Διάγραμμα 5, ο προληπτικός (οι πληθυσμοί του εντόμου ήταν πολύ κάτω από τα όρια ανεκτής πυκνότητας) δολωματικός ψεκασμός που διενεργήθηκε στις αρχές του Αυγούστου δε επέτρεψε την ανάπτυξη υψηλών πληθυσμών του εντόμου αργότερα το Φθινόπωρο. Όπως και το 2010, ο Ιούλιος και ο Αύγουστος παρουσίασαν μέση μηνιαία μέγιστη, αλλά και μέση θερμοκρασία υψηλότερη από τη μέση μέγιστη και μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα (Μ) αντίστοιχα της περιοχής, γεγονός στο οποίο πιθανώς να οφείλονται οι χαμηλοί πληθυσμοί του εντόμου την καλοκαιρινή περίοδο (Πίνακες 6 και 7).

Το 2012 από την αρχή της περιόδου δακοκτονίας οι πληθυσμοί του εντόμου ήταν υψηλότεροι σε σχέση με τα δύο προηγούμενα έτη. Τον Ιούλιο και Αύγουστο οι συλλήψεις ενηλίκων κυμάνθηκαν κάτω από τα όρια ανεκτής πυκνότητας, αφού οι θερμοκρασίες που επικράτησαν ήταν αρκετά υψηλότερες σε σχέση με τα προηγούμενα έτη, όπως επίσης και η μέση σχετική υγρασία που ήταν πολύ χαμηλότερη, δημιουργώντας κλιματικές συνθήκες που δεν ευνοούν την ανάπτυξη υψηλών πληθυσμών του δάκου της ελιάς. Το Σεπτέμβριο παρά τη διεξαγωγή ενός γενικού δολωματικού ψεκασμού, οι συλλήψεις ενηλίκων παρουσίασαν έντονα αυξητική τάση, η οποία κορυφώθηκε το πρώτο 5νήμερο του Οκτωβρίου. Ο γενικός δολωματικός ψεκασμός που διενεργήθηκε μείωσε ελάχιστα και πρόσκαιρα τη δράση του εντόμου, καθώς μετά από τρεις βδομάδες οι συλλήψεις επανήλθαν στα προηγούμενα υψηλά επίπεδα. Η κατακόρυφη αύξηση των συλλήψεων ενηλίκων του εντόμου τους μήνες Σεπτέμβριο

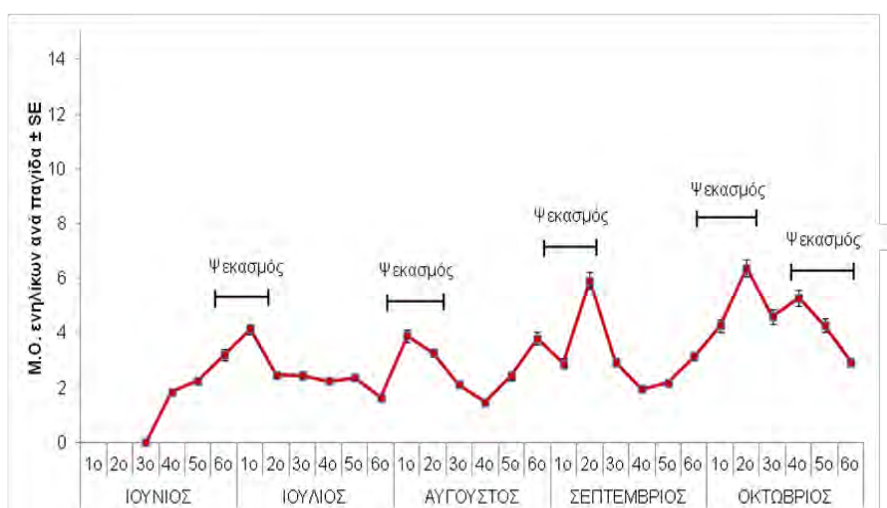
και Οκτώβριο, όπως έχει ήδη αναφερθεί, ενδεχομένως να οφείλεται στην αυξημένη μέση σχετική υγρασία και τις ήπιες για την εποχή θερμοκρασίες που επικράτησαν στην περιοχή.



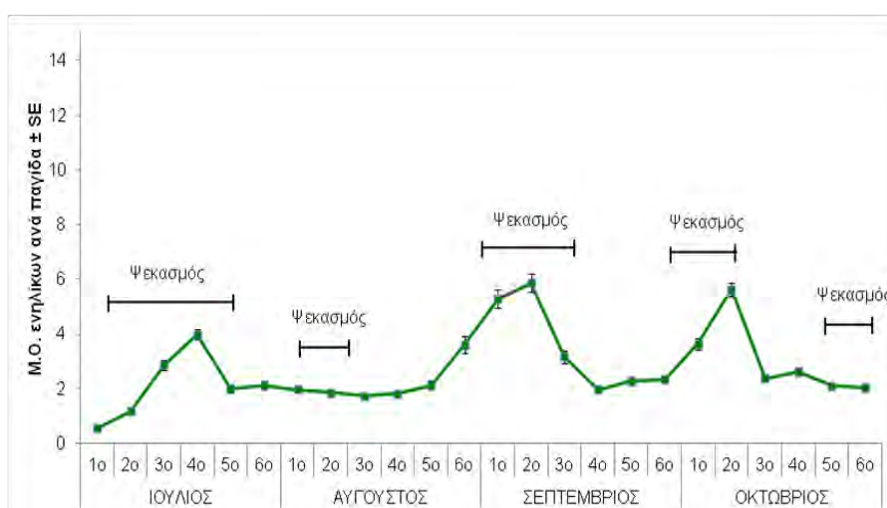
Διάγραμμα 2: Πορεία συλλήψεων ενήλικων του δάκου της ελιάς σε σχέση με τους μήνες του έτους στην περιοχή της Κυπαρισσίας τα έτη 2010, 2011, 2012.



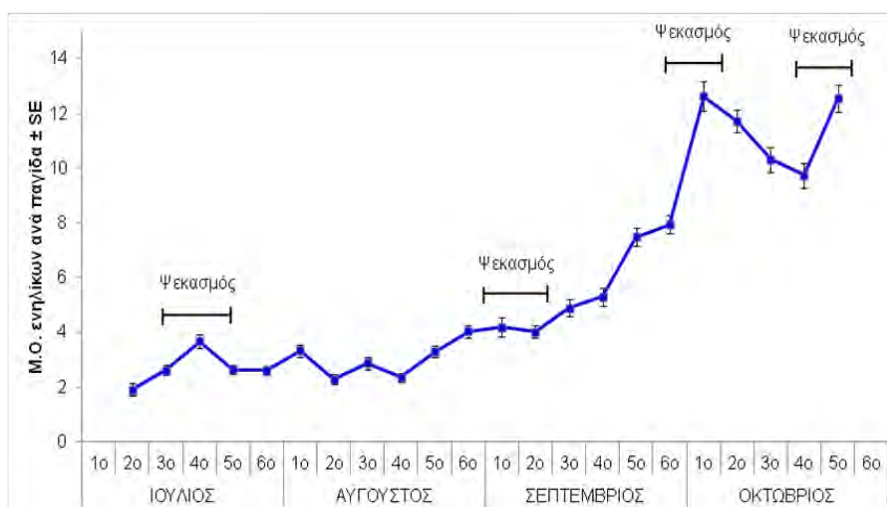
Διάγραμμα 3: Πορεία συλλήψεων ενήλικων του δάκου της ελιάς σε σχέση με την εποχή του έτους στην περιοχή της Κυπαρισσίας τα έτη 2010, 2011, 2012. Συμπεριλαμβάνονται στοιχεία από περιοχές που εντάχθηκαν στο πρόγραμμα δακοκτονίας τα αντίστοιχα έτη (2010, 2011, 2012).



Διάγραμμα 4: Μέσος όρος δακοσυλήψεων ανά παγίδα το έτος 2010 για όλες τις περιοχές. Η γραμμή (—) δεικνύει την περίοδο που διενεργήθηκαν οι δολωματικοί ψεκασμοί.

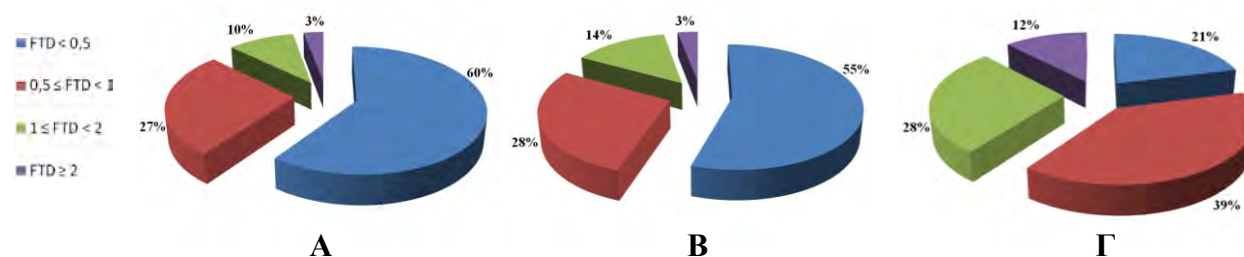


Διάγραμμα 5: Μέσος όρος δακοσυλήψεων ανά παγίδα το έτος 2011 για όλες τις περιοχές.

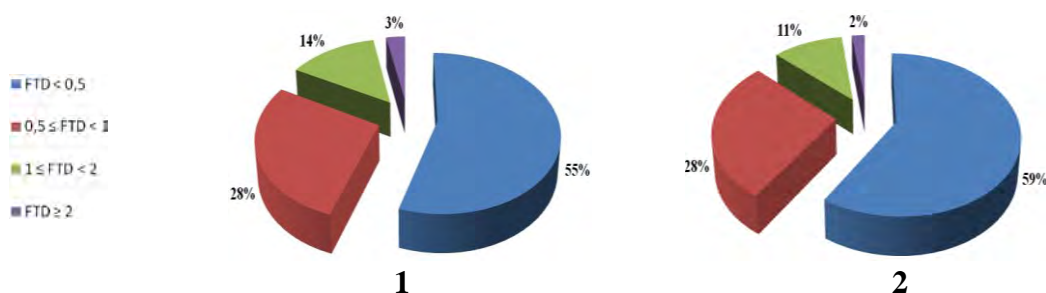


Διάγραμμα 6: Μέσος όρος δακοσυλήψεων ανά παγίδα το έτος 2012 για όλες τις περιοχές.

Από το σχήμα 4(A) και το Σχήμα 5 διαπιστώνονται οι πολύ χαμηλοί πληθυσμοί του δάκου την περίοδο δακοκτονίας 2010, καθώς σχεδόν το 60% των αναρτηθέντων παγίδων εμφάνισαν συλλήψεις ενηλίκων πολύ κάτω από το όριο ανεκτής πυκνότητας ($FTD < 0,5$), ενώ μόλις το 13% των παγίδων παρουσίασαν συλλήψεις άνω του ορίου ($FTD \geq 1$). Ακόμη, διαπιστώνεται ότι οι περιοχές της Ομάδας 1 όσο και οι περιοχές της Ομάδας 2 παρουσίασαν παραπλήσια πορεία συλλήψεων ενηλίκων.

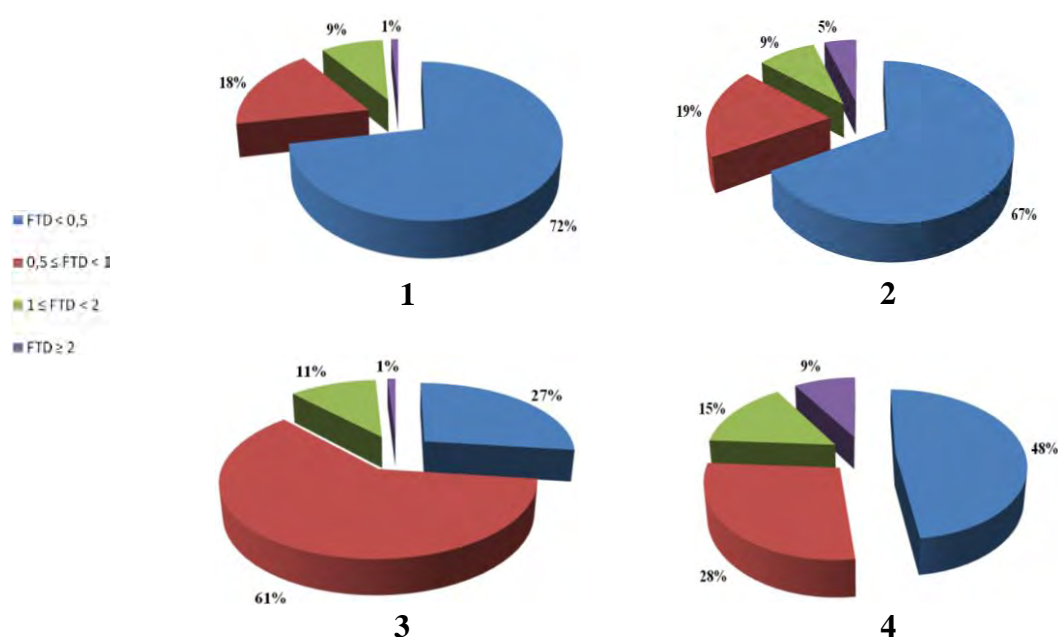


Σχήμα 4: Ποσοστιαία κατανομή των αναρτηθέντων παγίδων σε σχέση με τις συλλήψεις ενηλίκων ανά παγίδα και ανά ημέρα, για όλες τις περιοχές, τα έτη 2010 (Α), 2011 (Β), 2012 (Γ).



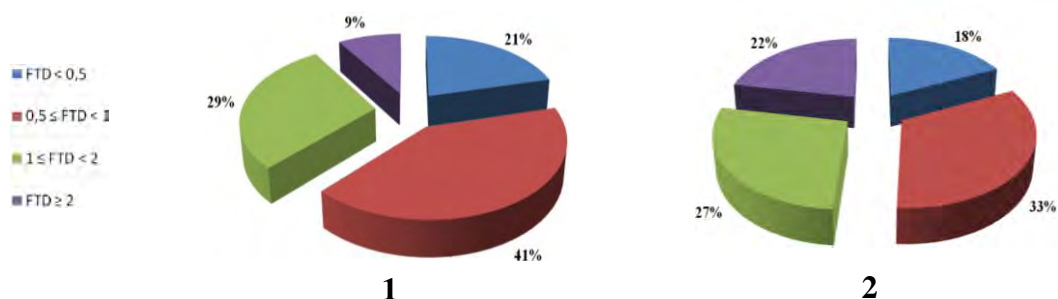
Σχήμα 5: Ποσοστιαία κατανομή των αναρτηθέντων παγίδων σε σχέση με τις συλλήψεις ενηλίκων ανά παγίδα και ανά ημέρα, για τις περιοχές των Ομάδων 1 και 2, το έτος 2010.

Από το σχήμα 4(B) και το Σχήμα 6 διαπιστώνεται ότι την περίοδο δακοκτονίας 2011 οι πληθυσμοί του δάκου ήταν εξίσου χαμηλοί με το 2010, καθώς το 55% των αναρτηθέντων παγίδων εμφάνισαν συλλήψεις ενηλίκων πολύ κάτω από το όριο ανεκτής πυκνότητας ($FTD < 0,5$), ενώ μόλις το 17% των παγίδων παρουσίασαν συλλήψεις άνω του ορίου ($FTD \geq 1$). Επίσης, είναι ευδιάκριτη η διαφοροποίηση του ύψους των πληθυσμών του εντόμου μεταξύ των περιοχών των Ομάδων 1, 2, 3, 4, καθώς στις παράκτιες περιοχές των Ομάδων 1 και 2, το 70% περίπου των παγίδων παρουσίασαν συλλήψεις πολύ κάτω από το όριο ανεκτής πυκνότητας ($FTD < 0,5$), σε αντίθεση με τις ηπειρωτικές περιοχές της Ομάδας 3, των οποίων το 61% των παγίδων παρουσίασαν συλλήψεις λίγο κάτω από το όριο ανεκτής πυκνότητας ($0,5 < FTD < 1$).



Σχήμα 6: Ποσοστιαία κατανομή των αναρτηθέντων παγίδων σε σχέση με τις συλλήψεις ενηλίκων ανά παγίδα και ανά ημέρα, για τις περιοχές των Ομάδων 1, 2, 3 και 4 το έτος 2011.





Από το σχήμα 4(Γ) και το Σχήμα 7 διαπιστώνονται οι πολύ υψηλοί πληθυσμοί του δάκου την περίοδο δακοκτονίας 2012, καθώς σχεδόν 40% των αναρτηθέντων παγίδων εμφάνισαν συλλήψεις ενηλίκων πάνω από το όριο ανεκτής πυκνότητας ($FTD \geq 1$). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι το 22% των αναρτηθέντων παγίδων στις περιοχές της Ομάδας 2 εμφάνισαν συλλήψεις ενηλίκων πολύ πάνω από το όριο ανεκτής πυκνότητας ($FTD \geq 2$), ενώ το αντίστοιχο ποσοστό των παγίδων των παράκτιων περιοχών ήταν 9%.



Σχήμα 7: Ποσοστιαία κατανομή των αναρτηθέντων παγίδων σε σχέση με τις συλλήψεις ενηλίκων ανά παγίδα και ανά ημέρα, για τις περιοχές των Ομάδων 1 και 2, το έτος 2012.

3.2 Χωρική ανάλυση της διακύμανσης του πληθυσμού του δάκου της ελιάς

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, προκειμένου να διευκολυνθεί το έργο της χαρτογράφησης των περιοχών που παρουσιάζουν ομοιογένεια στη χωροχρονική διακύμανση των πληθυσμών του δάκου, πραγματοποιήθηκε η εξής κατηγοριοποίηση των περιοχών:

-  **1^η ΟΜΑΔΑ:** Παράκτιες περιοχές (ακτίνα έως 7 χλμ) με υψόμετρο κάτω των 250μ.
-  **2^η ΟΜΑΔΑ:** Παράκτιες περιοχές (ακτίνα έως 7 χλμ) με υψόμετρο άνω των 250μ.
-  **3^η ΟΜΑΔΑ:** Ηπειρωτικές περιοχές (ακτίνα άνω των 7 χλμ) με υψόμετρο κάτω των 250μ.
-  **4^η ΟΜΑΔΑ:** Ηπειρωτικές περιοχές (ακτίνα άνω των 7 χλμ) με υψόμετρο άνω των 250μ.

Πίνακας 11: Εποχική εξέλιξη του πληθυσμού του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Κυπαρισσίας σε σχέση με το έτος και την εποχή.

Έντομα ανά παγίδα, ανά ημέρα \pm SE							
Έτος	Ομάδα*	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	ΣΥΝΟΛΟ
2010	1	0,36 \pm 0,02	0,53 \pm 0,02	0,55 \pm 0,02	0,63 \pm 0,03	0,96 \pm 0,04	0,61 \pm 0,10
	2	0,35 \pm 0,03	0,37 \pm 0,03	0,66 \pm 0,05	0,64 \pm 0,06	0,64 \pm 0,07	0,53 \pm 0,07
2011	1	-	0,29 \pm 0,02	0,33 \pm 0,02	0,63 \pm 0,04	0,56 \pm 0,03	0,45 \pm 0,08
	2	-	0,29 \pm 0,03	0,60 \pm 0,09	0,94 \pm 0,11	0,55 \pm 0,06	0,60 \pm 0,13
	3	-	0,66 \pm 0,04	0,40 \pm 0,04	0,63 \pm 0,05	0,84 \pm 0,06	0,63 \pm 0,09
	4	-	0,83 \pm 0,09	0,80 \pm 0,10	0,79 \pm 0,11	0,60 \pm 0,06	0,75 \pm 0,05
2012	1	-	0,49 \pm 0,03	0,54 \pm 0,04	1,01 \pm 0,05	2,28 \pm 0,08	1,08 \pm 0,02
	2	-	0,83 \pm 0,08	0,79 \pm 0,08	1,46 \pm 0,13	2,28 \pm 0,15	1,34 \pm 0,35

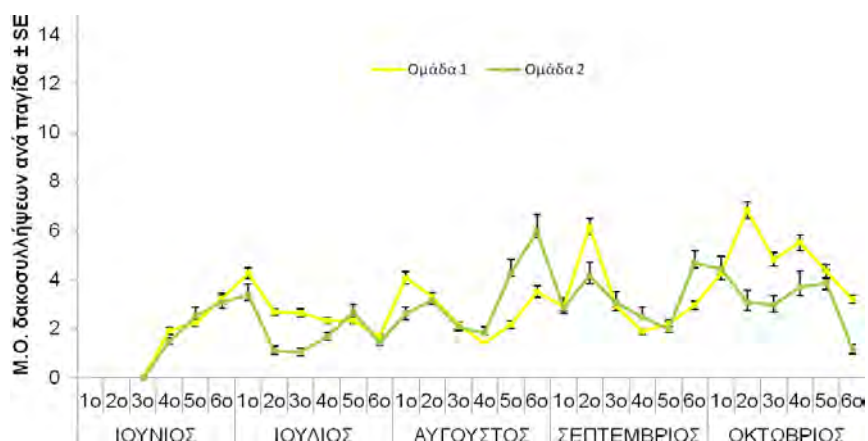
* **1:** Παράκτιες περιοχές (ακτίνα έως 7 χλμ) με υψόμετρο κάτω των 250μ, **2:** Παράκτιες περιοχές (ακτίνα έως 7 χλμ) με υψόμετρο άνω των 250μ, **3:** Ηπειρωτικές περιοχές (ακτίνα άνω των 7 χλμ) με υψόμετρο κάτω των 250μ, **4:** Ηπειρωτικές περιοχές (ακτίνα άνω των 7 χλμ) με υψόμετρο άνω των 250μ.

Πίνακας 12: Μέσος όρος συλλήψεων ενηλίκων του δάκου της ελιάς ανά παγίδα και περιοχή, τα έτη 2010, 2011, 2012.

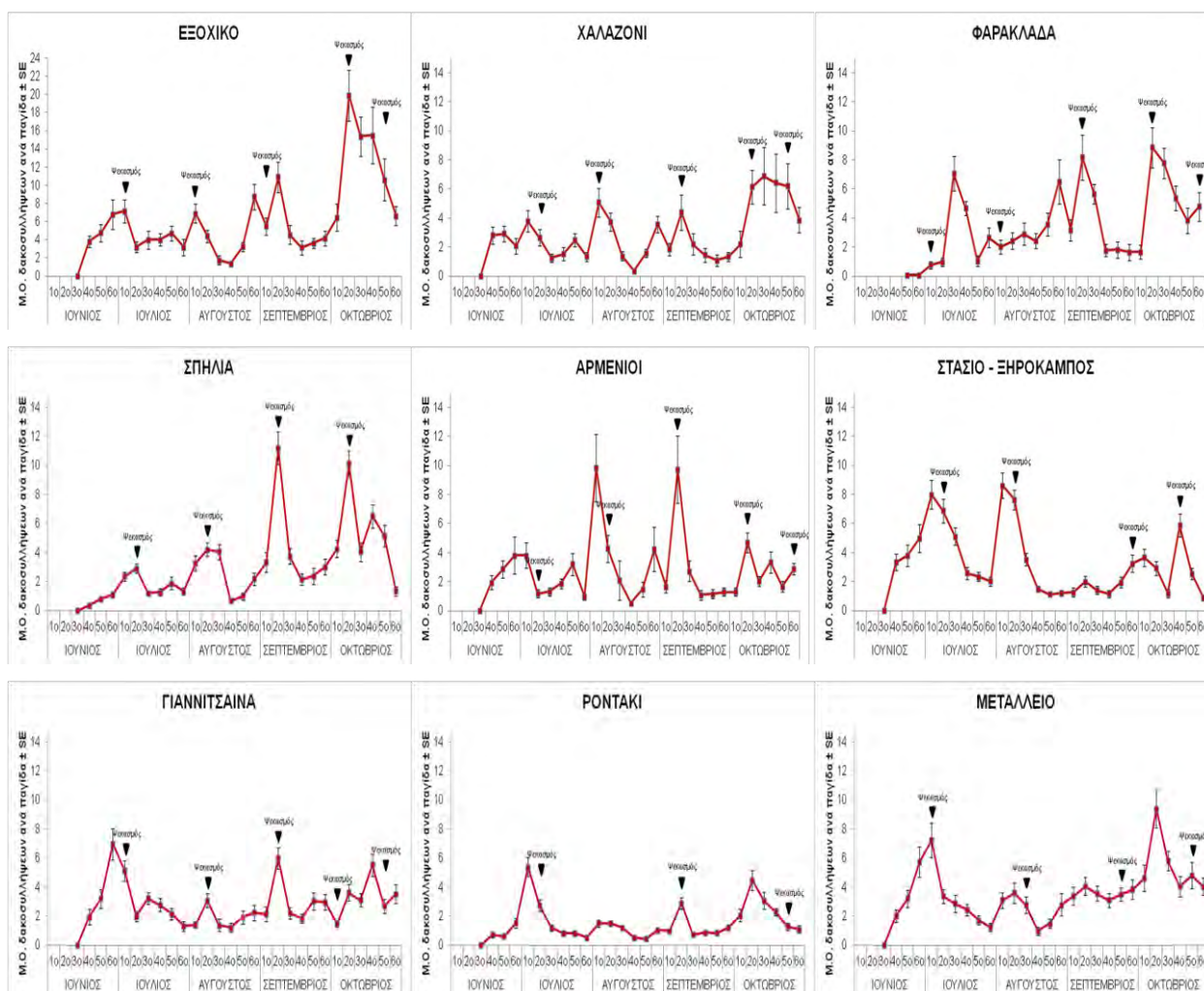
Ομάδα	Κοινοτικό Διαμέρισμα / Περιοχή	Έντομα ανά παγίδα \pm SE		
		2010	2011	2012
1 ^η	Μ.Ο. όλων των περιοχών	3,00 \pm 0,27	2,70 \pm 0,35	5,75 \pm 2
	Εξοχικό	6,23 \pm 0,64	1,92 \pm 0,27	-
	Χαλαζόνη	2,87 \pm 0,40	1,38 \pm 0,27	4,17 \pm 0,46
	Φαρακλάδα	3,52 \pm 0,35	2,45 \pm 0,32	4,69 \pm 0,40

2 ^η	Σπηλιά	3,06 ± 0,27	1,80 ± 0,22	3,92 ± 0,34
	Αρμενιοί	2,74 ± 0,44	3,77 ± 0,71	4,93 ± 0,33
	Στασιό - Ξηρόκαμπος	3,24 ± 0,28	3,78 ± 0,56	-
	Γιαννίτσαίνα	2,78 ± 0,24	1,28 ± 0,18	3,04 ± 0,19
	Ροντάκι	1,51 ± 0,12	1,20 ± 0,16	2,93 ± 0,21
	Μεταλλείο	3,52 ± 0,29	3,04 ± 0,29	5,82 ± 0,34
	Καρτελάς	4,98 ± 0,53	2,89 ± 0,32	4,68 ± 0,23
	Καλό Νερό	2,62 ± 0,27	-	10,44 ± 0,84
	Ράχες	1,88 ± 0,17	1,44 ± 0,12	4,60 ± 0,22
	Ελαία - Καρυές	2,48 ± 0,12	2,33 ± 0,26	7,32 ± 1,19
	Μουριατάδα	2,16 ± 0,21	1,70 ± 0,16	10,22 ± 0,84
	Γλυκορρίζι	-	3,86 ± 0,68	3,58 ± 0,33
	Αγαλιανή - Πρόδρομος	3,30 ± 0,29	3,18 ± 0,43	6,25 ± 0,81
3 ^η	Κοπανάκι (Βόρεια)	-	3,03 ± 0,36	-
	Κοπανάκι (Νότια)	-	4,26 ± 0,51	-
	Δώριο	-	2,57 ± 0,34	-
	Κόκλας - Μάλθη	-	3,02 ± 0,06	-
	Βασιλικό - Μάλθη	-	2,98 ± 0,06	-
4 ^η	Αρτίκι	-	3,38 ± 0,36	-
	Πολυθέα - Μοναστήρι	-	4,64 ± 0,75	-
	Αετός	-	3,30 ± 0,70	-

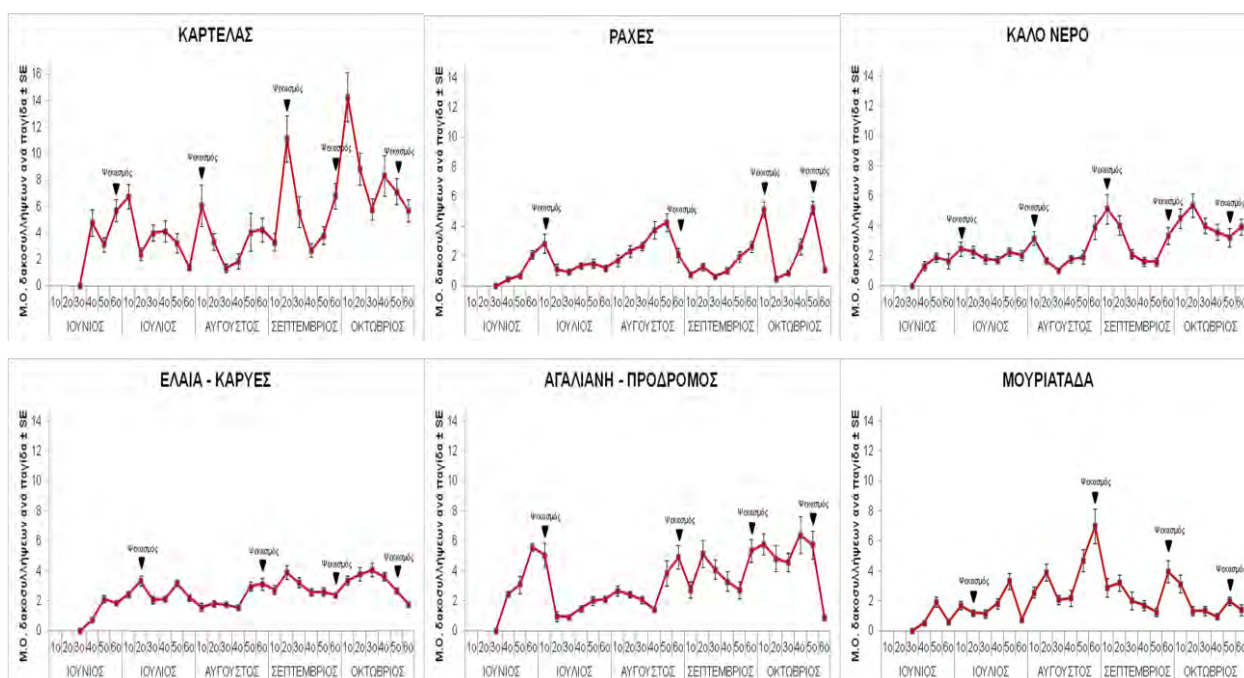
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΔΑΚΟΚΤΟΝΙΑΣ 2010: Από τους Πίνακες 11 και 12 και από τα Διαγράμματα 7 και 8 διαπιστώνεται ότι το 2010 τόσο οι περιοχές της Ομάδας 1, όσο και οι περιοχές της Ομάδας 2 παρουσιάζουν παραπλήσιους πληθυσμούς του δάκου κατά τη διάρκεια όλης της περιόδου δακοκτονίας. Εξαιρέση αποτελούν οι περιοχές Γιαννίτσαίνα και Ροντάκι που εμφανίζουν μικρότερες διακυμάνσεις και χαμηλότερες συλλήψεις ενηλίκων σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές, γεγονός που πιθανώς να οφείλεται στην άμεση γειτνίασή τους με το αστικό κέντρο της Κυπαρισσίας. Η περιοχή Εξοχικό εμφάνισε τους υψηλότερους πληθυσμούς του εντόμου απ' όλες τις περιοχές που ήταν ενταγμένες στο πρόγραμμα Δακοκτονίας, με διπλάσιους πληθυσμούς σε σχέση με τον μέσο όρο όλων των περιοχών.



Διάγραμμα 7: Μέσος όρος δακοσυλλήψεων ανά παγίδα και ανά Ομάδα το έτος 2010.

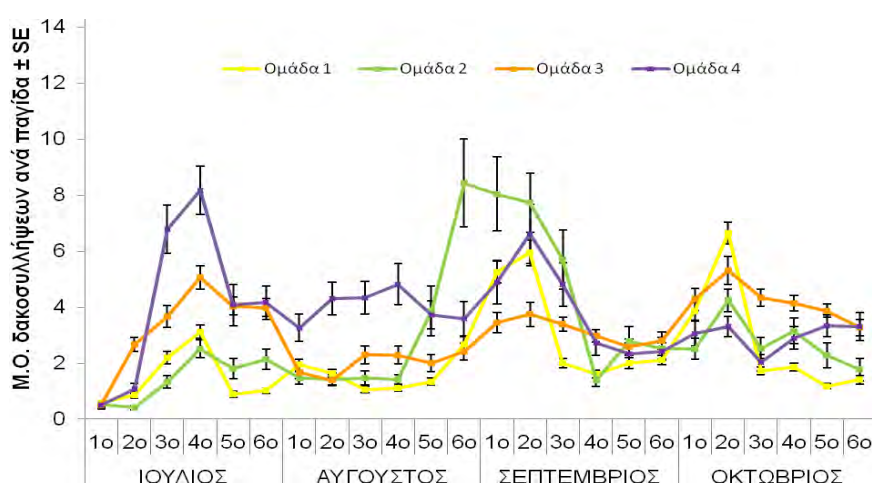


Διάγραμμα 8: Μέσος όρος ενηλίκων ανά παγίδα το έτος 2010. Τα βελάνια (▼) δεικνύουν την περίοδο που διενεργήθηκαν δολωματικοί ψεκασμοί.



Διάγραμμα 8 (Συνέχεια)

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΔΑΚΟΚΤΟΝΙΑΣ 2011: Το 2011 όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, στις ενταγμένες περιοχές στο πρόγραμμα δακοκτονίας του 2010, προστίθενται και οι περιοχές των Ομάδων 3 και 4, των οποίων η διακύμανση των συλλήψεων ενηλίκων του εντόμου όπως φαίνεται στους Πίνακες 11 και 12 και στα Διαγράμματα 9 και 10, είναι εντελώς διαφοροποιημένη σε σχέση με την αντίστοιχη των περιοχών των Ομάδων 1 και 2.



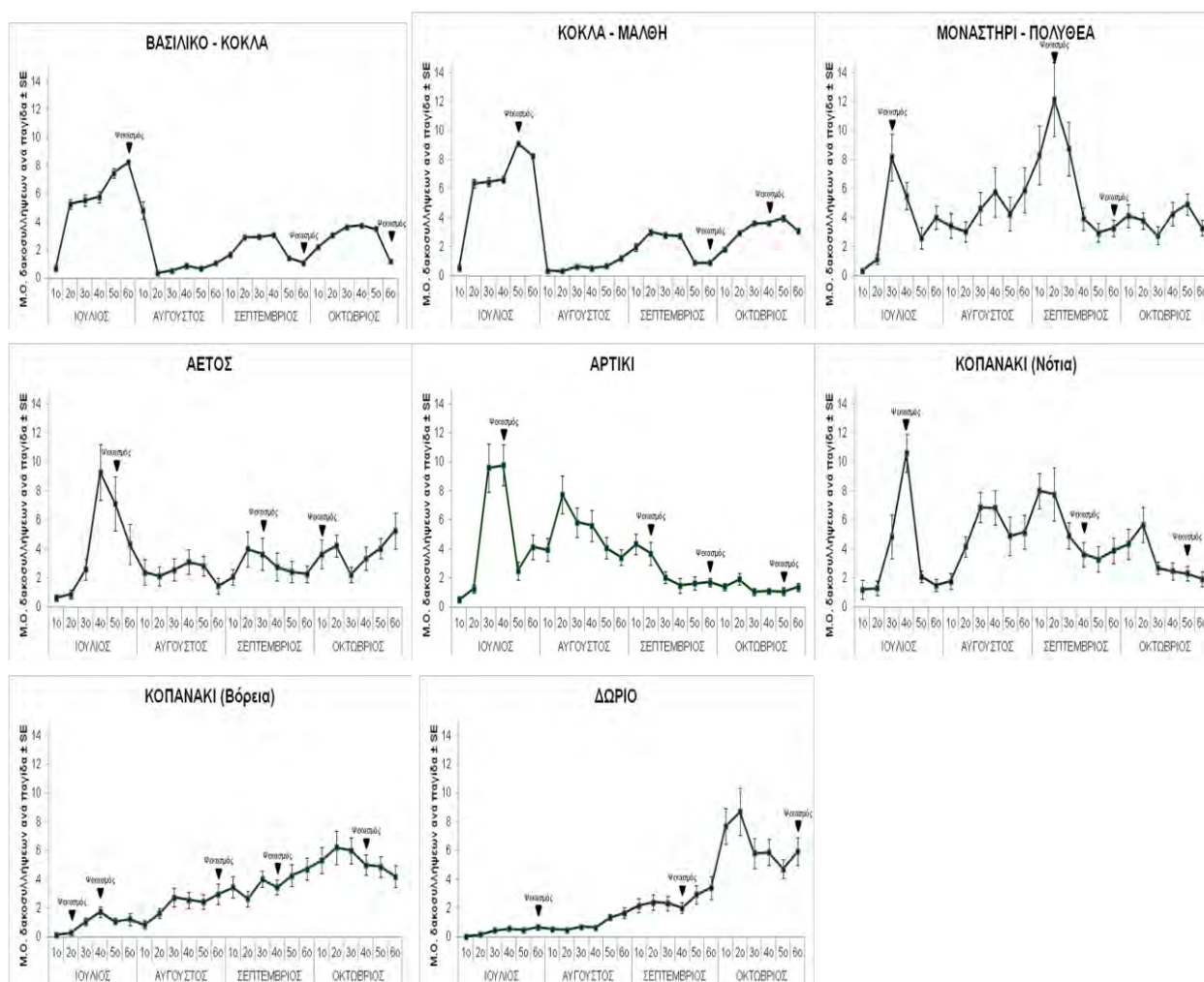
Διάγραμμα 9: Μέσος όρος δακοσυλλήψεων ανά παγίδα και ανά Ομάδα το έτος 2011.

Οι ηπειρωτικές περιοχές των Ομάδων 3 και 4, παρουσιάζουν διπλάσιους πληθυσμούς του εντόμου στην αρχή της περιόδου δακοκτονίας (Ιούλιος) σε σχέση με τις παράκτιες περιοχές των Ομάδων 1 και 2, ενώ από το Σεπτέμβριο και μετά εμφανίζεται μια ισορροπία μεταξύ των

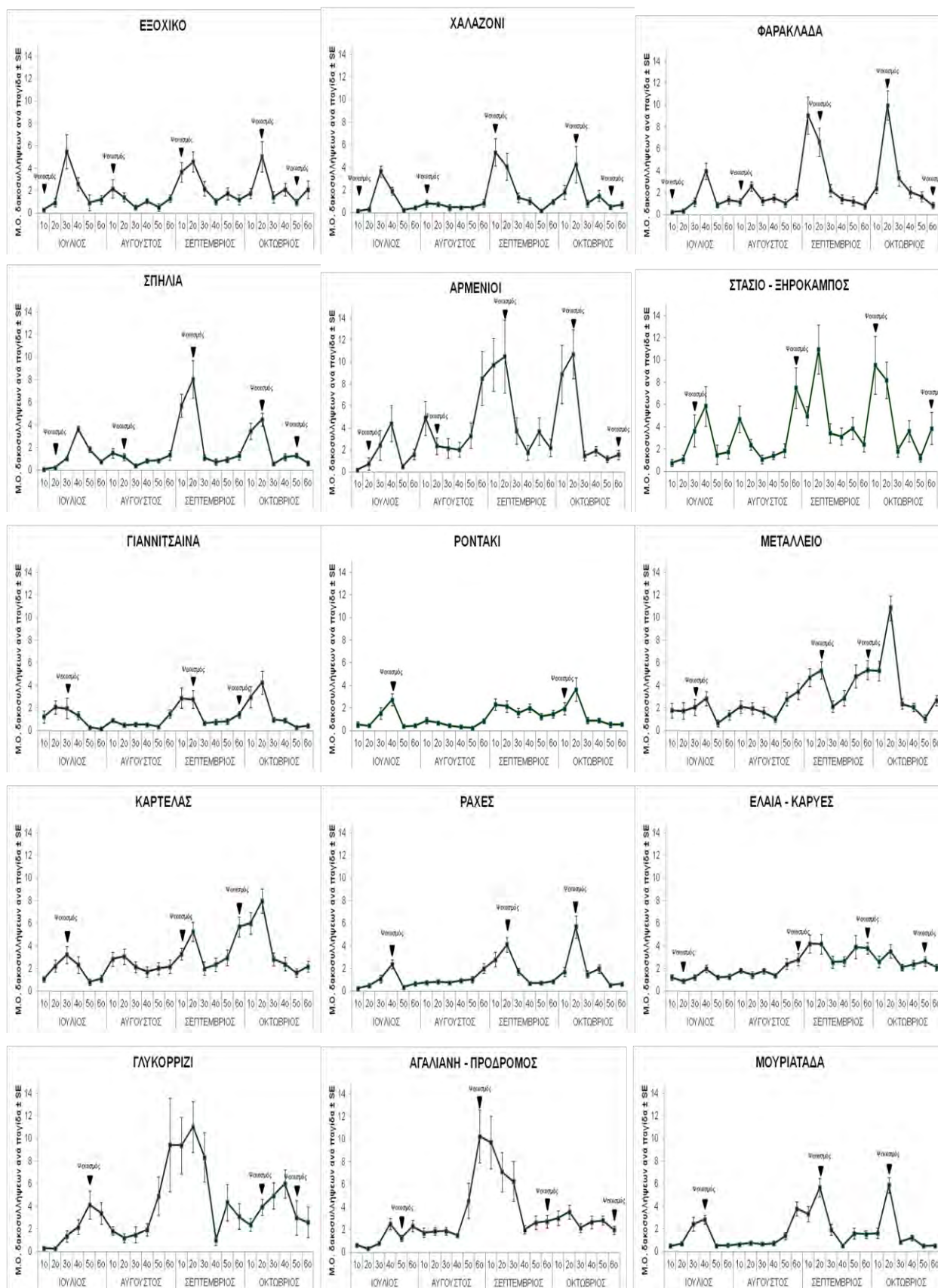
πληθυσμών του εντόμου των περιοχών όλων των Ομάδων. Σε όλες τις περιοχές των Ομάδων 3 και 4 παρατηρείται ότι οι πληθυσμοί του δάκου της ελιάς ακολουθούν πανομοιότυπη πορεία, με εξαίρεση τις περιοχές Κοπανάκι (Βόρεια) και Δώριο που παρουσιάζουν σημαντικά μικρότερες διακυμάνσεις και πληθυσμούς του εντόμου, παρόλο των ίδιων κλιματικών συνθηκών που επικρατούν με τις υπόλοιπες.

Όσον αφορά στις υπόλοιπες περιοχές των Ομάδων 1 και 2, ομοίως με το 2010, έτσι και το 2011, παρατηρείται ότι τόσο οι περιοχές της Ομάδας 1, όσο και οι περιοχές της Ομάδας 2 παρουσιάζουν παραπλήσιους πληθυσμούς του δάκου της ελιάς κατά μέσο όρο, με εξαίρεση τις περιοχές της Ομάδας 2 που τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβριο εμφάνισαν πληθυσμούς του εντόμου αισθητά υψηλότερους από τους αντίστοιχους των περιοχών της Ομάδας 1.

Ομοίως με το 2010, οι περιοχές Γιαννίτσα και Ροντάκι εμφανίζουν και πάλι τις μικρότερες διακυμάνσεις και τις χαμηλότερες συλλήψεις ενηλίκων σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές, γεγονός που πιθανώς όπως προείπαμε να οφείλεται στην άμεση γειτνίασή τους με το αστικό κέντρο της Κυπαρισσίας.



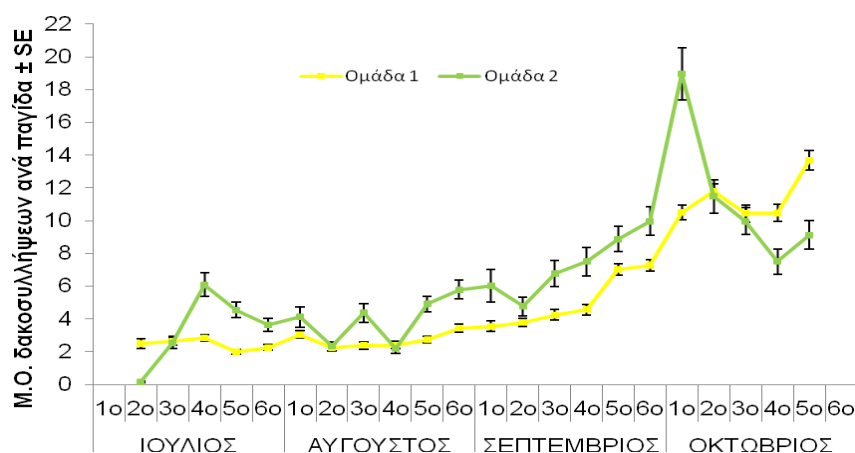
Διάγραμμα 10: Μέσος όρος ενηλίκων ανά παγίδα το έτος 2011. Τα βελάκια (▼) δεικνύουν την περίοδο που διενεργήθηκαν δολωματικοί ψεκασμοί.



Διάγραμμα 10 (συνέχεια)

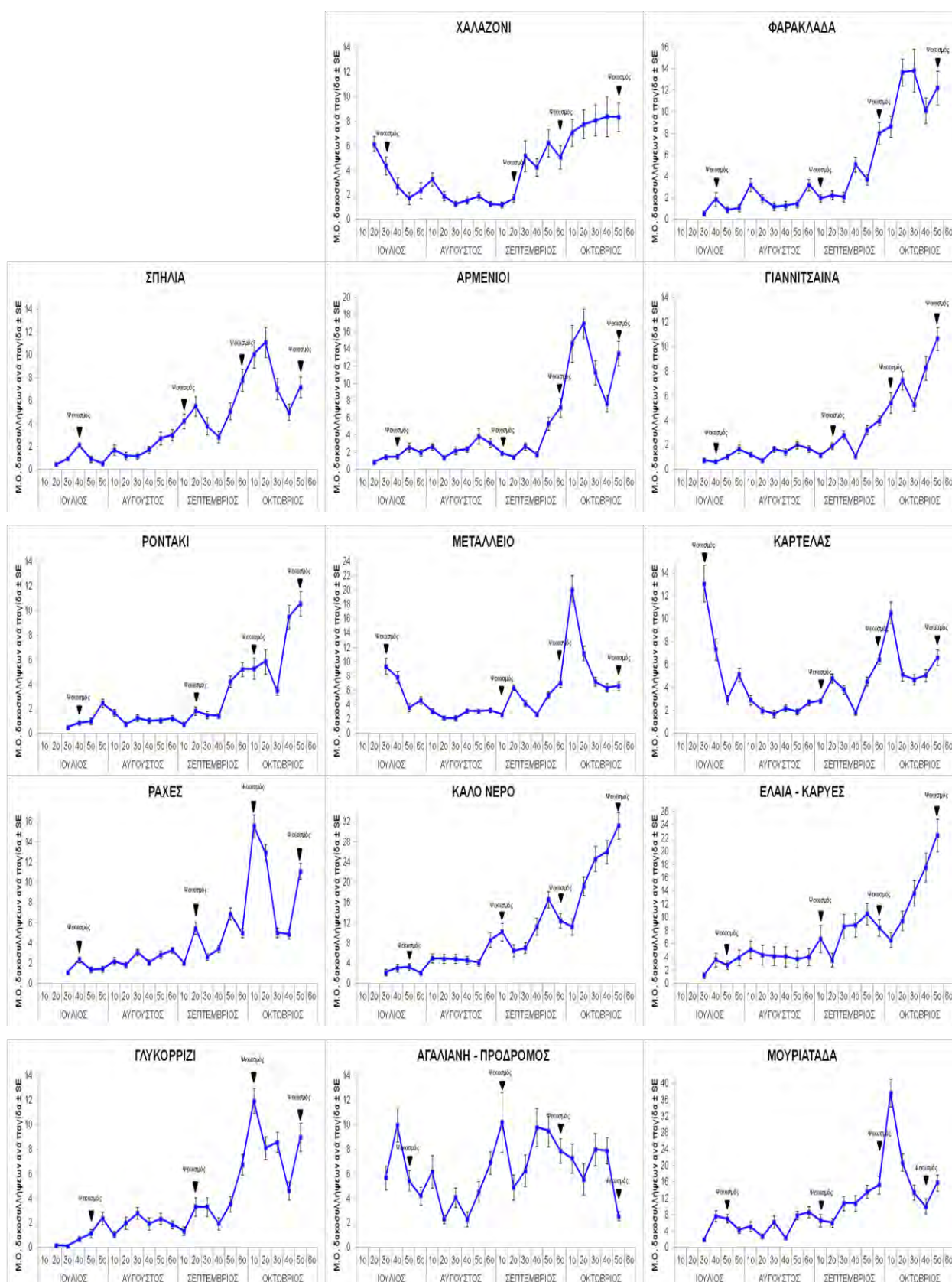
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΔΑΚΟΚΤΟΝΙΑΣ 2012: Στο 2012 εμφανίζεται χαρακτηριστική ομοιομορφία στη διακύμανση των συλλήψεων ενηλίκων του δάκου της ελιάς στις περισσότερες περιοχές όπως φαίνεται στα Διαγράμματα 11 και 12. Οι συλλήψεις των περιοχών των Ομάδων 1 και 2 τους καλοκαιρινούς μήνες ήταν υψηλότερες σε σχέση με τα προηγούμενα δύο έτη στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα, αλλά κάτω από τα όρια ανεκτής πυκνότητας.

Από τους Πίνακες 11 και 12 παρατηρείται ότι οι συλλήψεις ενηλίκων των περιοχών της Ομάδας 2 το ίδιο χρονικό διάστημα, ήταν υψηλότερες από τις αντίστοιχες των περιοχών της Ομάδας 1. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στη χαμηλή μέση σχετική υγρασία και στο θερμικό στρες που υπέστησαν οι πληθυσμοί του δάκου της ελιάς των περιοχών με χαμηλό υψόμετρο (Ομάδα 1), σε σχέση με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες των ημιορεινών περιοχών (Ομάδα 2). Από το Σεπτέμβριο και μετά οι ήπιες για την εποχή θερμοκρασίες ευνόησαν την εξέλιξη των πληθυσμών του εντόμου, γι' αυτό και παρατηρείται κατακόρυφη αύξηση των συλλήψεων ενηλίκων, σ' όλες τις περιοχές, οι οποίες διατηρήθηκαν σε υψηλά επίπεδα παρά την εφαρμογή των δολωματικών ψεκασμών.



Διάγραμμα 11: Μέσος όρος δακοσυλλήψεων ανά παγίδα και ανά Ομάδα το έτος 2012.

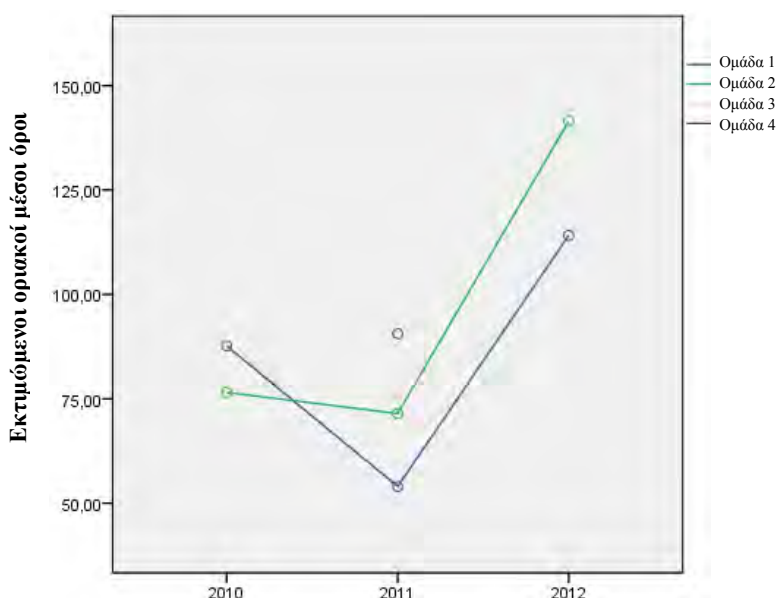
Μια μικρή εξαίρεση σε σχέση με τα προαναφερόμενα αποτελεί η περιοχή Αγαλιανής-Προδρόμου όπου οι συλλήψεις ενηλίκων διατηρήθηκαν σχετικά υψηλές καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου, όπως επίσης το γεγονός ότι οι παράκτιες περιοχές Μεταλλείο και Καρτελάς παρουσίασαν υψηλές συλλήψεις ενηλίκων στην αρχή της περιόδου, οι οποίες αντιμετωπίστηκαν με το δολωματικό ψεκασμό που διενεργήθηκε.



Διάγραμμα 12: Μέσος όρος δακοσυλλήψεων ανά παγίδα το έτος 2012. Τα βελάκια (▼) δεικνύουν την περίοδο που διενεργήθηκαν δολωματικοί ψεκασμοί.

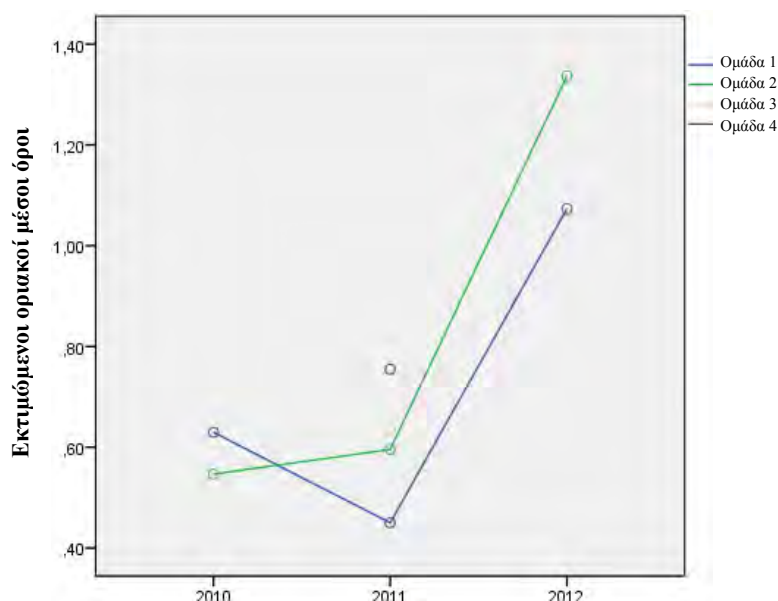
3.3 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, χρησιμοποιώντας το συνολικό αριθμό συλλήψεων ως τα προς ανάλυση δεδομένα, έδειξε ότι ο μέσος όρος των συλλήψεων διέφερε μεταξύ των ετών ($F=73,4$; $df=2, 2482$; $P<0,001$) και μεταξύ των Ομάδων ($P<0,001$) στις οποίες διαχωρίστηκαν οι παγίδες (Διάγραμμα 13).



Διάγραμμα 13: Εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι των συνολικών συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα, για όλες τις περιοχές τα έτη 2010,2011 και 2012.

Παραπλήσια ήταν τα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας τον αριθμό εντόμων ανά παγίδα ανά ημέρα, καθώς η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έδειξε ότι ο μέσος όρος των συλλήψεων διέφερε μεταξύ των ετών ($F=131,5$; $df=2, 2482$; $P<0,001$) και μεταξύ των Ομάδων ($P<0,001$) (Διάγραμμα 14).



Διάγραμμα 14: Εκτιμώμενοι οριακοί μέσοι όροι των συνολικών συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα και ανά ημέρα, για όλες τις περιοχές τα έτη 2010, 2011 και 2012.

Επειδή το 2011 ήταν το μοναδικό έτος στο οποίο συμμετείχαν οι ηπειρωτικές περιοχές των Ομάδων 3 και 4, θεωρήθηκε χρήσιμο να αναλύσουμε ξεχωριστά μόνο για το συγκεκριμένο έτος, την παραλλακτικότητα του συνολικού αριθμού συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα, όλων των Ομάδων. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι ο μέσος όρος των συλλήψεων διέφερε μεταξύ των Ομάδων που μελετούμε ($F=12,8$; $df=3, 776$; $P<0,001$). Επίσης, στον Πίνακα 13 αναφέρονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης των μέσων όρων των συλλήψεων με το Tukey's HSD κριτήριο που πραγματοποιήθηκε σε επίπεδο σημαντικότητας $P<0,05$. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από κοινό γράμμα με έντονη γραφή δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Ειδικότερα, από τον Πίνακα 13 συμπεραίνεται ότι το 2011 ο μέσος όρος των συλλήψεων των παγίδων των περιοχών της Ομάδας 1 διαφέρει σημαντικά σε σχέση με το μέσο όρο των συλλήψεων των παγίδων των περιοχών όλων των υπολοίπων Ομάδων (2, 3, και 4). Επίσης, ο μέσος όρος των συλλήψεων των παγίδων των παράκτιων περιοχών της Ομάδας 2 δε διαφέρει σημαντικά με τον αντίστοιχο των ηπειρωτικών περιοχών της Ομάδας 3, ενώ διαφέρει σημαντικά με το μέσο όρο των συλλήψεων των παγίδων των ηπειρωτικών περιοχών της Ομάδας 4. Τέλος, ο μέσος όρος των συλλήψεων ενηλίκων της Ομάδας 3 δεν διαφέρει σημαντικά με τον αντίστοιχο των περιοχών της Ομάδας 4.

Πίνακας 13: Σύγκριση του μέσου αριθμού συλλήψεων με το Tukey's HSD κριτήριο για το έτος 2011.

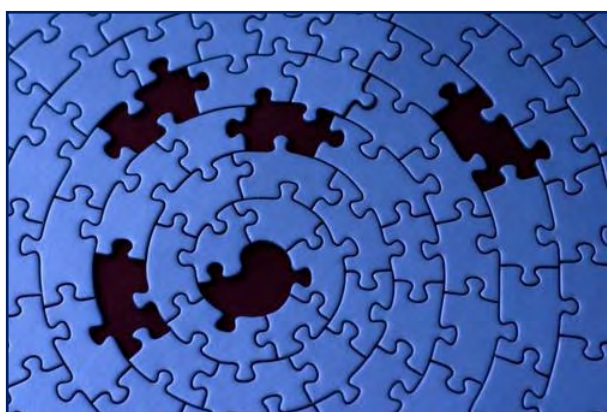
Ομάδα	Μέσος Όρος*	Τυπική Απόκλιση	N
1	54,0 c	51,7	420
2	71,5 b	74,2	120
3	76,1 ab	43,7	150
4	90,6 a	83,3	90

* Μέσος όρος συνολικού αριθμού συλλήψεων ανά παγίδα

Τέλος, θεωρήθηκε επίσης χρήσιμο να αναλυθεί η παραλλακτικότητα του συνολικού αριθμού συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα, για τις Ομάδες 1 και 2 τα έτη 2010, 2011, 2012, καθώς ήταν οι μοναδικές Ομάδες που συμμετείχαν και στα τρία έτη της μελέτης. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι και ο συνολικός αριθμός συλλήψεων ανά παγίδα διέφερε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των περιοχών των Ομάδων 1 και 2, σε όλα τα έτη που μελετούμε ($F=70$; $df=2$, 2244; $P<0,001$).

Πιο συγκεκριμένα, ο μέσος όρος συλλήψεων ενηλίκων του δάκου των παγίδων των παράκτιων περιοχών της Ομάδας 1 το 2010 διέφερε σημαντικά σε σχέση με τον αντίστοιχο των παγίδων των παράκτιων περιοχών της Ομάδας 2, τόσο το 2010 όσο και τα υπόλοιπα έτη 2011 και 2012. Το γεγονός αυτό πιθανώς να οφείλεται στη διαφορά θερμοκρασίας, καθώς η θερμοκρασία αποτελεί ίσως το σημαντικότερο παράγοντα που επηρεάζει την ανάπτυξη του δάκου της ελιάς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το 2012 που τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούλιο, Αύγουστο) η μέση μηνιαία θερμοκρασία κυμάνθηκε σε πολύ υψηλά επίπεδα, γι' αυτό και την περίοδο εκείνη ο συνολικός αριθμός συλλήψεων ενηλίκων ανά παγίδα στις παράκτιες περιοχές με χαμηλό υψόμετρο ($<250m$) ήταν σημαντικά χαμηλότερος σε σχέση τον αντίστοιχο των παράκτιων περιοχών με υψόμετρο μεγαλύτερο από 250m, αφού οι θερμοκρασίες που επικρατούσαν σ' αυτές τις περιοχές ήταν σαφώς χαμηλότερες.

Συζήτηση - Συμπεράσματα



4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παραπάνω διατριβή μελετήθηκε η δυναμική πληθυσμών του δάκου της ελιάς στην ευρύτερη περιοχή της Κυπαρισσίας Μεσσηνίας, και πως αυτή επηρεάζεται από γεωφυσικές παραμέτρους όπως η απόσταση από την ακτογραμμή και η υψομετρική διαφορά από την επιφάνεια της θάλασσας. Από τα στοιχεία της παραπάνω μελέτης προκύπτει ότι:

α) Ο πληθυσμός του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Κυπαρισσίας κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα το καλοκαίρι και συνήθως αυξάνεται στο τέλος Σεπτεμβρίου έως και το τέλος Οκτωβρίου.

β) Η διακύμανση των πληθυσμών του δάκου της ελιάς διαφέρει μεταξύ των ετών και φαίνεται ότι επηρεάζεται από τους πληθυσμούς του εντόμου και την παραγωγή ελιάς του προηγούμενου έτους.

γ) Η διακύμανση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς διαφέρει μεταξύ των διαφορετικών πληθυσμών.

δ) Το πρόγραμμα δακοκτονίας με εξαίρεση το έτος 2012 ήταν αποτελεσματικό στο να διατηρήσει τον πληθυσμό του δάκου της ελιάς σε ανεκτά επίπεδα, κάτω από το όριο των 5 ενηλίκων ανά παγίδα ανά 5ήμερο.

Στη συνέχεια αναλύεται το καθένα εξ' αυτών σε σχέση με τα δεδομένα άλλων ερευνών:

α) Οι χαμηλοί πληθυσμοί του δάκου της ελιάς τους καλοκαιρινούς μήνες Ιούλιο-Αύγουστο και η αύξηση που αυτοί παρουσιάζουν τους φθινοπωρινούς μήνες Σεπτέμβριο-Οκτώβριο, παρατηρήθηκε και τα τρία έτη (2010-2012) που μελετήθηκαν. Χαρακτηριστική ήταν η αυξητική πορεία των πληθυσμών του εντόμου το 2012, που την περίοδο Σεπτεμβρίου-Οκτωβρίου οι πληθυσμοί του εντόμου ήταν σχεδόν τριπλάσιοι σε σχέση με τους αντίστοιχους της περιόδου Ιουλίου-Αυγούστου. Οι ήπιες θερμοκρασίες που επικρατούν τους φθινοπωρινούς μήνες στην περιοχή της Κυπαρισσίας φαίνεται ότι ευνοούν περισσότερο την ανάπτυξη του δάκου της ελιάς τη συγκεκριμένη περίοδο, σε αντίθεση με τις υψηλότερες θερμοκρασίες που επικρατούν το καλοκαίρι, οι οποίες διατηρούν τους πληθυσμούς του εντόμου σε χαμηλότερα επίπεδα.

Σε παρόμοια έρευνα, στο πλαίσιο εφαρμογής του εθνικού περιφερειακού προγράμματος δακοκτονίας στη νήσο της Λέσβου, η Κόττικα (2004) ερευνήσε τη διακύμανση του πληθυσμού

του δάκου της ελιάς κατά τη διάρκεια της περιόδου 2000-2002. Στη Λέσβο παρατηρήθηκε ότι οι πληθυσμοί του δάκου της ελιάς ακολουθούν πανομοιότυπη πορεία με τους πληθυσμούς του εντόμου στην περιοχή της Κυπαρισσίας, δηλαδή το καλοκαίρι διατηρούνται σε χαμηλά επίπεδα, ενώ αυξάνονται σημαντικά την περίοδο Σεπτεμβρίου-Οκτωβρίου.

Οι Perovic *et al.* (2009) σε έρευνα διάρκειας τριών ετών (2005-2007), διαπίστωσαν ότι οι πληθυσμοί του δάκου της ελιάς στην ευρύτερη περιοχή του παραθαλάσσιου θέρετρου Μπαρ στο Μαυροβούνιο, ακολουθούν παρόμοια πορεία με τους πληθυσμούς του δάκου στην περιοχή της Κυπαρισσίας και της Λέσβου. Οι πληθυσμοί του δάκου της ελιάς στην περιοχή του Μπαρ διατηρούνται σε χαμηλά επίπεδα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, ενώ παρουσιάζουν αυξητική τάση την περίοδο Σεπτεμβρίου-Οκτωβρίου, με τη χρονική περίοδο πτήσης του δάκου να εκτείνεται από αρχές Ιουλίου έως μέσα Δεκεμβρίου.

Οι Lopes *et al.* (2011) επίσης παρατήρησαν ότι στις νήσους Τερσέιρα και Πίκο (που ανήκουν στη συστάδα νήσων των Αζορών της Πορτογαλίας), οι καλοκαιρινοί μήνες εμφανίζουν χαμηλούς πληθυσμούς του δάκου της ελιάς, ενώ η κορύφωση των συλλήψεων ενηλίκων του εντόμου πραγματοποιείται τους μήνες Σεπτέμβριο και Νοέμβριο.

β) Στην περιοχή της Κυπαρισσίας παρατηρήθηκε ότι η παρεννιαυτοφορία του ελαιόδεντρου έχει σημαντική επίδραση στους πληθυσμούς του δάκου της ελιάς. Το γεγονός ότι το 2012 οι συλλήψεις ενηλίκων του εντόμου ήταν ασυνήθιστα υψηλές, φαίνεται ότι σχετίζεται με την υψηλή παραγωγή ελιάς που έδωσε το προηγούμενο έτος 2011. Αντίθετα, το γεγονός ότι οι προηγούμενες περίοδοι δακοκτονίας (2010 και 2011) που οι συλλήψεις ενηλίκων του εντόμου ήταν χαμηλές, συνδέεται με τη χαμηλή παραγωγή καρπού που έδωσαν οι προηγούμενες καλλιεργητικές περίοδοι.

Η Κόττικα (2004) επίσης διαπίστωσε την επίδραση της παρεννιαυτοφορίας του ελαιόδεντρου στους πληθυσμούς του δάκου της ελιάς. Στη Λέσβο η περίοδος δακοκτονίας που ακολουθεί ένα έτος με χαμηλή παραγωγή ελιάς, συνήθως εμφανίζει χαμηλά επίπεδα πληθυσμών του εντόμου. Αντίθετα, οι περίοδοι δακοκτονίας που ακολουθούν έτη που χαρακτηρίστηκαν από υψηλή παραγωγή ελιάς, εμφάνισαν υψηλούς πληθυσμούς του δάκου της ελιάς.

Το παραπάνω φαινόμενο πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός ότι τις χρονιές που χαρακτηρίζονται από υψηλή παραγωγή, ο δάκος της ελιάς βρίσκει άφθονη διαθέσιμη τροφή και ταυτόχρονα καταφύγιο για να προστατευθεί το χειμώνα, με συνέπεια την επόμενη άνοιξη οι πληθυσμοί που αναπτύσσει το έντομο να είναι μεγαλύτεροι από αυτούς που ακολουθούν μια χρονιά με χαμηλή παραγωγή, ειδικά σε περιοχές οι οποίες χαρακτηρίζονται από ήπιο χειμώνα όπως είναι αυτές της Λέσβου και της ευρύτερης περιοχής της Κυπαρισσίας.

Επειδή η περίοδος μελέτης περιλαμβάνει μόνο τρία έτη, θεωρείται σκόπιμο στο μέλλον να μελετηθεί εκτενέστερα η επίδραση της παρεννιαυτοφορίας του ελαιόδεντρου στο ύψος του πληθυσμού του δάκου της ελιάς, συμπεριλαμβάνοντας ακόμη περισσότερα έτη για την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων.

γ) Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι το ύψος του πληθυσμού του δάκου της ελιάς των παράκτιων περιοχών με υψόμετρο κάτω των 250m, διαφέρει από τον αντίστοιχο των παράκτιων περιοχών με υψόμετρο άνω των 250m, σε όλα τα έτη που μελετήθηκαν. Το γεγονός αυτό συνδέεται με τη διαφορά θερμοκρασίας που έχουν οι περιοχές με διαφορετικό υψόμετρο, καθώς η θερμοκρασία έχει επίδραση στην επιβίωση των προνυμφών και των ενηλίκων και στην αναπαραγωγική ικανότητα του εντόμου.

Σε άλλη έρευνα οι Yasin *et al.* (2014) σε δοκιμές διάρκειας τριών ετών (2010-2012) παρατήρησαν την επίδραση του υψομέτρου στις συλλήψεις ενηλίκων του δάκου της ελιάς στην περιοχή του Τουμπάς της Παλαιστίνης. Στην περιοχή του Τουμπάς όπου το καλοκαίρι είναι συχνές και παρατεταμένες οι χρονικές περίοδοι με θερμοκρασίες άνω των 35°C, διαπιστώθηκε ότι οι συλλήψεις ενηλίκων του δάκου της ελιάς και κατ' επέκταση οι προσβολές των ελαιοκάρπων σε περιοχές με υψόμετρο άνω των 400m από την επιφάνεια της θάλασσας, ήταν αισθητά χαμηλότερες σε σχέση με τις συλλήψεις ενηλίκων σε περιοχές με υψόμετρο κάτω των 400m.

Οι Kounatidis *et al.* (2008) μελέτησαν την επίδραση του υψομέτρου στη διακύμανση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς στην ευρύτερη περιοχή της Ορμύλιας Χαλκιδικής. Διαπιστώθηκε ότι τους καλοκαιρινούς μήνες στις περιοχές με υψόμετρο άνω των 200m από την επιφάνεια της θάλασσας, οι συλλήψεις ενηλίκων ήταν υψηλότερες σε σχέση με τις συλλήψεις των περιοχών με υψόμετρο κάτω των 200m. Αντίθετα, το φθινόπωρο στις περιοχές άνω των 200m οι συλλήψεις μειώθηκαν αισθητά, ενώ αυξήθηκαν στις περιοχές κάτω των 200m. Φαίνεται ότι οι ήπιες θερμοκρασίες που επικρατούν το καλοκαίρι στις περιοχές άνω των 200m ευνοούν την ανάπτυξη του δάκου της ελιάς, ενώ αντίθετα οι υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν στις περιοχές με υψόμετρο κάτω των 200m περιορίζουν τη δραστηριότητα του εντόμου. Αντίστροφα, το φθινόπωρο οι χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούν στις περιοχές άνω των 200m περιορίζουν τη δραστηριότητα και ανάπτυξη του δάκου, ενώ οι υψηλότερες θερμοκρασίες που επικρατούν στις περιοχές κάτω των 200m είναι ιδανικές για την ανάπτυξη του εντόμου.

δ) Στην ευρύτερη περιοχή της Κυπαρισσίας, η αποτελεσματικότητα των δολωματικών ψεκασμών που διενεργήθηκαν στο πλαίσιο του εθνικού περιφερειακού προγράμματος

δακοκτονίας, κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα κατά τη διάρκεια όλων των ετών (2010-2012), καθώς διατήρησαν τους πληθυσμούς του δάκου της ελιάς κάτω από το όριο ανεκτής πυκνότητας (5 δάκοι/5ήμερο), με μια εξαίρεση το διάστημα Σεπτεμβρίου – Οκτωβρίου 2012. Σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά την εφαρμογή των δολωματικών ψεκασμών οι πληθυσμοί του εντόμου παρουσίαζαν αισθητή μείωση, με τη διάρκεια δράσης των ψεκασμών να κυμαίνεται στις 30 ημέρες περίπου.

Η Κόττικα (2004) επίσης διαπίστωσε τη μεγάλη αποτελεσματικότητα των δολωματικών ψεκασμών στο πλαίσιο του εθνικού περιφερειακού προγράμματος δακοκτονίας στη νήσο της Λέσβου, καθώς οι πληθυσμοί του δάκου της ελιάς διατηρήθηκαν σε ανεκτά επίπεδα κατά τη διάρκεια της περιόδου 2000-2002. Εξαίρεση αποτέλεσε η περίοδος Αυγούστου-Σεπτεμβρίου 2002, που παρά την εφαρμογή των δολωματικών ψεκασμών, οι πληθυσμοί του εντόμου ευνοήθηκαν από τις κλιματικές συνθήκες (έντονες βροχοπτώσεις και υψηλή σχετική υγρασία) και ξεπέρασαν τα όρια ανεκτής πυκνότητας (5 δάκοι/5ήμερο).

Τέλος, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η παρούσα διατριβή μπορεί να αποτελέσει τη βάση μίας περαιτέρω ερευνητικής προσπάθειας, που θα αναλύσει τις συλλήψεις ενηλίκων του δάκου της ελιάς περισσοτέρων ετών και θα συμπεριλαμβάνει τη χρήση γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων (GIS), με σκοπό τη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης της πληθυσμιακής εξέλιξης του εντόμου στην ευρύτερη περιοχή της Κυπαρισσίας. Η γνώση της εποχικής πληθυσμιακής διακύμανσης του δάκου της ελιάς στην περιοχή, θα μπορούσε να βελτιστοποιήσει τη χρονική ακρίβεια εφαρμογής των δολωματικών ψεκασμών στο πλαίσιο του εθνικού περιφερειακού προγράμματος δακοκτονίας και κατ' επέκταση να μειώσει το κόστος εφαρμογής των ψεκασμών και τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον γενικότερα.

Βιβλιογραφία



BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ant, T., Koukidou, M., Rempoulakis, P., Gong, H-F., Economopoulos, A., Vontas, J., and Alphey, L. (2012). Control of the olive fruit fly using genetics-enhanced sterile insect technique. *BMC Biology* 10(51).

Apostolaki, A., Livadaras, I., Saridaki, A., Chrysargyris, A., Savakis, C., and Bourtzis, K. (2011). Transinfection of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* with *Wolbachia*: towards a symbiont-based population control strategy. *Journal of Applied Entomology* 135, 546-553.

Arambourg, Y. (1964). Élevage permanent d'*Eupelmus urozonus* Dalm. (Hym. Chalcididae), parasite ectophage de *Dacus oleae* Gmel. (Dipt. Trypetidae) sur hôte de laboratoire. *Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France* 43, 183-190.

Benelli, G., Bonsignori, G., Stefanini, C., Raspi, A. and Canale, A. (2013). The production of female sex pheromone in *Bactrocera oleae* (Rossi) young males does not influence their mating chances. *Entomological Science* 16(1): 47-53.

Bengochea, P., Amor, F., Saelices, R., Hernando, S., Budia, F., Adan, A., and Medina, P. (2013). Kaolin and copper-based products applications: Ecotoxicology on four natural enemies. *Chemosphere* 91, 1189-1195.

Biliotti, E., and Delanoue, P. (1959). Contribution a l'Etude biologique d'*Opius concolor* Szep. (Hym. Braconidae) en Elevage de laboratoire. *Entomophaga* 4, 7-14.

Broumas, T., Haniotakis, G., Liaropoulos, C., Tomazou, T., and Ragoussis, N. (2002). The efficacy of an improved form of the mass-trapping method, for the control of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Dipt., Tephritidae): pilot-scale feasibility studies. *Journal of Applied Entomology* 126, 217-223.

Broumas, T., and Haniotakis, G.E. (1994). Comparative field studies of various traps and attractants of the olive fruit fly *Bactrocera oleae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 73, 145-150.

Burrack, H.J., Bingham, R., Price, R., Conell, H., Phillips, P.A., Wuderlich, L., Vossen, P.M., O'Connell, N.V., Ferguson, L., and Zalom, F.G. (2011). Understanding the seasonal and

reproductive biology of olive fruit fly is critical to its management. *California Agriculture* 65(1), 14-20.

Burrack, H.J., Bingham, R., Price, R., Conell, H., Phillips, P.A., Wuderlich, L., Vossen, P.M., O'Connell, N.V., Ferguson, L., and Zalom, F.G. (2011). [Online image]. <http://californiaagriculture.ucanr.edu/landingpage.cfm?article=ca.v065n01p14&fulltext=yes> [Accessed 11 June 2014]

Caleca, V., Lo Verde, G., Lo Verde, V., Piccionello, M.P., and Rizzo, R. (2010). Control of *Bactrocera oleae* and *Ceratitis capitata* in organic orchards: Use of clays and copper products. *Acta Horticulturae* 873, 227-234.

Caleca, V., and Rizzo, R. (2007). Tests on the effectiveness of kaolin and copper hydroxide in the control of *bactrocera oleae* (Gmelin). *Integrated Protection of Olive Crops. International Organization for Biological Control/West Palaearctic Regional Section (IOBC/WPRS) Bulletin* 30(9), 111-117.

Calvitti M., Antonelli M., Moretti R. and Bautista R.C. (2002). Oviposition response and development of the egg-pupal parasitoid *Fopius arisanus* on *Bactrocera oleae*, a tephritid fruit fly pest of olive in the Mediterranean basin. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 102, 65-73.

Capuzzo, C., Firrao, G., Mazzon, L., Squartini, A., and Girolami, V. (2005). Candidatus *Erwinia dacicola*, a coevolved symbiotic bacterium of the olive fly *Bactrocera oleae* (Gmelin). *International Journal of Systematic Evolutionary Microbiology* 55, 1641–1647.

Cavalloro, R., and Delrio, G. (1970). Rilievi sul comportamento sessuale di *Dacus oleae* Gmelin (Diptera, Trypetidae) in laboratorio. *Redia* 52, 201-230.

Cavalloro, R., and Delrio, G. (1973). Radiosterilisation of *Dacus oleae* Gmelin and prospects of control by means of the sterile-male technique. *Redia* 54, 153-167.

Cavalloro, R., and Delrio, G. (1974). Sterilisation of *Dacus oleae* Gmel. and *Ceratitis capitata* Wied. with gamma radiation and fast neutrons. *Redia* 55, 373-392.

Cavalloro, R., and Delrio, G. (1975). Osservazioni sulla distribuzione e sopravvivenza delle pupe di *Dacus oleae* Gmelin nel terreno. *Redia* 56, 167-175.

Cirio, U. (1971). Reperti sul meccanismo stimolo-risposta nell'ovideposizione del *Dacus oleae* Gmelin (Diptera Trypetidae). *Redia* 52, 577-600.

Cirio, U., and Vita, G. (1980). Fruit fly control by chemical attractants and repellents. *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria "Filippo Silvestri" Portici* 37, 127-139.

Cogan, B.H., and Munro, H.K. (1980). Family Tephritidae. In: Catalogue of the Diptera of the Afrotropical Region. London: British Museum (Natural History). (Ed. R.W. Crosskey), 518-554.

Coutin R./OPIE. (n.d.). [Online image]. <http://www7.inra.fr/hyppz/IMAGES/7030413.jpg> [Accessed 12 June 2014]

Crotti, E., Rizzi, A., Chouaia, B., Ricci, I., Favia, G., Alma, A., Sacchi, L., Bourtzis, K., Mandrioli, M., Cherif, A., Bandi C., and Daffonchio, D. (2010). Acetic acid bacteria, newly emerging symbionts of insects. *Applied and Environmental Microbiology* 76(21), 6963-6970.

Delrio, G., 1978: Fattori di regolazione delle popolazioni di *Dacus oleae* Gmelin nella Sardegna nord-occidentale. *Notiziario sulle Malattie delle Piante* 98-99: 27-45

Delrio, G. (1985). Biotechnical methods for olive pest control. In: *Integrated Pest Control in Olive Groves*. R. Cavalloro and A. Crovetto (Eds). Proceedings of the CEC/FAO/IOBC International Joint Meeting, Pisa, 3-6 April 1984. pp 394-410.

Delrio, G., Ortu, S., and Prota, R. (1979). Fattori che influenzano l'attrazione di *Dacus oleae* Gmelin e *Ceratitis capitata* Wiedemann alle trappole chemio e cromotropiche. *Redia* 62, 229-255.

Donimici, M., Pucci, C., and Montanari, G.E. (1987). In: *Fruitflies. Proceedings of the 2nd International Symposium*, September 1986, Colymbari, Crete, 315-320.

Daane, K.M., Johnson, M.W., Pickett, C.H., Sime, K.R., Wang, X.G., Nadel, H., Andrews, J.W., and Hoelmer, K.A. (2011), Biological Controls Investigated to Aid Management of Olive Fruit Fly in California. *California Agriculture* 65, 21-28.

Delanoue, P. (1960). *Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France* 43, 145-151.

Economopoulos, A.P. (1979). Prospects for the control of *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera, Tephritidae) by methods that do not involve insecticides, the sterile insect release technique and olfactory and visual traps, integrated approach. Invited, IOBC Joint Meeting of Working Groups on Olive Pests, *Rhagoletis cerasi*, *Ceratitis capitata* and Genetic Methods (Sassari, Italy, May 1978). *International Organization for Biological Control/West Palaearctic Regional Section (IOBC/WPRS) Bulletin* 2(1), 42-49.

Economopoulos, A.P. (2001). The olive fly, *Bactrocera (Dacus) oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae): its importance and control; previous SIT research and pilot testing. Austria: International Atomic Energy Agency; 2001, 44.

Economopoulos, A.P. (1977). Controlling *Dacus oleae* by fluorescent yellow traps. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 22, 183-190.

Economopoulos, A.P., Avtzis, N., Zervas, G., Tsitsipis, J., Haniotakis, G., Tsiropoulou, G., and Manoukas, A. (1977). Experiments on the control of the olive fly, *Dacus Oleae* (Gmel), by the combined effect of the insecticides and releases of gamma-ray sterilized insects. *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie* 83, 201-215.

Economopoulos, A.P., and Zervas, G.A. (1982). The quality problem in olive flies produced for SIT experiments. Sterile insect technique and radiation in insect control. International Atomic Energy Agency STI/PUB/592: 357-368.

Economopoulos, A.P., Haniotakis, G., Mathioudis, J., Missis, N., and Kinigakis, P. (1978). Long-distance flight of wild and artificially-reared *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera, Tephritidae). *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie* 87, 101-108.

EPPO. (2014). EPPO Global Database. [Online]. Διαθέσιμο στο <http://gd.eppo.int/taxon/DACUOL/distribution>

Estes, A.M., Hearn, D.J., Burrack, H.J., Rempoulakis, P., and Pierson, E.A. (2012). Prevalence of Candidatus *Erwinia dacicola* in wild and laboratory olive fruit fly populations and across developmental stages. *Environmental Entomology* 41(2), 265-274.

Estes, A.M., Nestel, D., Belcari, A. Jessup, A., Rempoulakis, P., and Economopoulos, A.P. (2012). Mini review: A basis for the renewal of sterile insect technique for the olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi). *Journal of Applied Entomology* 136, 1-16.

FAO. (2014). FAOSTAT, Statistics Division of the FAO. [Online]. Διαθέσιμο στο <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>

FAO/IAEA. (2009). [Online image]. <<https://www.iaea.org/newscenter/news/nuclear-science-protects-revered-fruit>> [Accessed 10 June 2014]

Fletcher, B.S., Prokopy, R.J. (1991). Host location and oviposition in tephritid fruit flies. In: Bailey WJ, Ridsdill-Smith J (eds) Reproductive behavior of insects. Chapman and Hall, UK, 139–171.

Fletcher, B.S. and Kapatso, E.T. (1983). In: Fruit flies of Economic Importance. Proceedings of CEC/IOBC International Symposium, November 1982, Athens. Cavalloro R edition 555-563.

Fletcher, B.S., Pappas, S., Kapatso, E. (1978). Changes in the ovaries of olive flies (*Dacus oleae* (Gmelin)) during summer and their relationship to temperature, humidity and fruit availability. *Ecological Entomology* 3, 99–107.

Fletcher, B.S., and Kapatso, E., (1981). Dispersal of the olive fly, *Dacus oleae*, during the summer period on Corfu. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 29, 1-8.

Fletcher, B.S. (1987). The biology of Dacine Fruit Flies, *Annual Review of Entomology* 32, 115.

Foote, R.H. (1984). Tephritidae (Trypetidae). In: Catalogue of Palearctic Diptera 9. (Eds. A. Soos and L. Papp.) Budapest, Akademiai Kiad. 6, 66-149.

Fytizas, E., and Tzanakakis, M.E. (1966). Some effects of streptomycin, when added to the adult food, on the adults of *Dacus oleae* (Diptera: Tephritidae) and their progeny. *Annals of the Entomological Society of America* 59, 269-273.

Genç, H., and Nation, J. (2008). Maintaining *Bactrocera oleae* (Gmelin.) (Diptera: Tephritidae) colony on its natural host in the laboratory. *Journal of Pest Science* 81, 167–174.

Girolami, V., Vianello, A., Stapazzon, A., Ragazzi, E., and Veroneze, G. (1981). Ovipositional deterrents in *Dacus oleae* Gmel. (Dipt., Tephritidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 29, 177-188.

Gonçalves, F., and Torres, L. (2012). Effect of copper oxychloride on the olive infestation by *Bactrocera oleae* in northeastern Portugal. *Acta Horticulturae (ISHS)* 949, 333-340.

Goulielmos N., G., Loukas M., Bondinas G., and Zouros, E. (2003). Exploring the Evolutionary History of the Alcohol Dehydrogenase Gene (*Adh*) Duplication in Species of the Family Tephritidae. *Journal of Molecular Evolution* 57(2), 170-180.

Guerin, P.M., Remund, U., Boler, E.F., Katsoyannos, B., and Delrio, G. (1983). Fruit fly electroantennogram and behavior responses to some generally occurring fruit volatiles. In: Proc. CEC and IOBC Int. Symp. Fruit Flies of Economic Importance. (R. Cavallaro, ed.) A. ~. Balkema, Rotterdam, 248-351.

Hagen, K.S. (1966). Dependence of the olive fly, *Dacus oleae*, larvae on symbiosis with *Pseudomonas savastanoi* for the utilization of olive. *Nature* 209, 423-424.

Haniotakis, G.E. (2005). Olive pest control: Present status and prospects. *Integrated Protection of Olive Crops. International Organization for Biological Control/West Palaearctic Regional Section (IOBC/WPRS) Bulletin* 28(9), 1-9.

Haniotakis, G.E., and Voyadjoglou, A. (1978). Oviposition regulation in *Dacus oleae* by various olive fruit characters, *Entomologia Experimentalis et Applicata* 24(3), 187-192.

Hardy, D. E. (1951). The Krauss Collection of Australian fruit flies (Tephritidae-Diptera). *Pacific Science* 5, 115-189.

Hardy, D. E. (1977). Tephritidae (Trypetidae, Trypaneidae). In: A catalogue of the Diptera of the Oriental Region, 3. Honolulu. Bishop Museum. (Eds Definlando M.D. and Hardy D.E.).

Hoelmer, K.A., Kirk, A. A., Pickett, C. H., Daane K. M., and Johnson, M.W. (2011). Prospects for improving biological control of olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae), with introduced parasitoids (Hymenoptera), *Biocontrol Science and Technology* 21(9), 1005-1025.

Inra/Antibes. (n.d.). [Online image]. <http://www7.inra.fr/hyppz/IMAGES/7030411.jpg> [Accessed 12 June 2014]

Jimenez, A. (1988). Influencia de la variedad de olivo en el comportamiento ovipositor de *Dacus oleae* Gmel.. Boletin de Sanidad Vegetal. Plagas, 14, 95-98.

Johnson, M.W., Wang, X-G., Nadel, H., Opp, S.B., Patterson, C.L., Stewart-Leslie, J., and Daane, K.M. (2011). High temperature affects olive fruit fly populations in California's Central Valley. *California Agriculture* 65(1), 29-33.

Johnson, M.W., Wang, X-G., Nadel, H., Opp, S.B., Patterson, C.L., Stewart-Leslie, J., and Daane, K.M. (2011). [Online image]. <http://californiaagriculture.ucanr.edu/landingpage.cfm?article=ca.v065n01p29&fulltext=yes> [Accessed 13 June 2014]

Jurkevitch, E. (2011). Mini review: Riding the Trojan horse: combating pest insects with their own symbionts. *Microbial Biotechnology* 4(5), 620–627.

Kakani, E.G., Zygouridis, N.E., Tsoumani, K.T., Seraphides, N., Zalom, F.G., and Mathiopoulos, K.D. (2010). Spinosad resistance development in wild olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) populations in California. *Pest Management Science* 66, 447–453.

Kapatos, E. (1981). *The bionomics of Dacus oleae (Gmel.) (Diptera, Tephritidae)*. Ph.D Thesis. London: University of London. p. 120.

Kapatos, E.T. (1989). Integrated pest management systems of *Dacus oleae*, pp. 391–398 in *Fruit Flies: Their Biology, Natural Enemies and Control*, Vol. 3B, edited by A.S. Robinson & G.H.S. Hooper. Elsevier. Amsterdam.

Kapatos, E., Fletcher, B. S., Pappas, S., and Laudeho, Y. (1977). The release of *Opius concolor* var. *siculus* (Hym.: Braconidae) against the spring generation of *Dacus oleae* (Dip.: Trypetidae) on Corfu. *Entomophaga* 22, 265–270.

Karam, N., Guglielmino, C.R., Bertin, S., Gomulski, L.M., Bonomi, A., Baldacchino, F., Simeone, V., and Malacrida, A.R. (2008). RAPD analysis in the parasitoid wasp *Psytalia concolor* reveals Mediterranean population structure and provides SCAR markers. *Biological Control* 47, 22–27.

Karamanlidou, G., Lambropoulos, A.F., Koliais, S.I., Manousis, T., Ellar, D. and Kastritsis, C. (1991). Toxicity of *Bacillus thuringiensis* to laboratory populations of the olive fruit fly (*Dacus oleae*). *Applied and Environmental Microbiology* 57(8), 2277-2282.

Katsoyannos, B. I. (1989). Response to Shape, Size and Color. In: Robinson A.S., G. Hooper (Eds) “Fruit Flies their Biology, Natural Enemies and Control”. 307-324.

Katsoyannos, P., (1992). *Olive pests and their control in the Near East*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Konstantopoulou, M.A., Raptopoulos, D.G., Stavrakis, N.G., and Mazomenos, B.E. (2005). Microflora species and their volatile compounds affecting development of an alcohol dehydrogenase homozygous strain (Adh-I) of *Bactrocera (Dacus) oleae* [Diptera: Tephritidae]. *Journal of Economic Entomology* 98, 1943-1949.

Kounatidis, I., Papadopoulos, N.T., Mavragani-Tsipidou, P., Cohen, Y., Tertivanidis, K., Nomikou, M., and Nestel, D. (2008). Effect of elevation on spatiotemporal patterns of olive fly (*Bactrocera oleae*) populations in northern Greece. *Journal of Applied Entomology* 132, 722-733.

Kounatidis, I., Crotti, E., Sapountzis, P., Sacchi, L., Rizzi, A., Chouaia, B., Bandi, C., Alma, A., Daffionco, D., Mavragani-Tsipidou, P., and Bourtzis, K. (2009). *Acetobacter tropicalis* is a major symbiont of the olive fruit fly (*Bactrocera oleae*). *Applied and Environmental Microbiology* 75, 3281-3288.

Liaropoulos, C., Louskas, C., Canard, M., and Y. Laudeho. (1977). Lachers d' *Opius concolor* (Hym.: Bracnidae) dans les populations de printemps de *Dacus oleae* (Dipt.: Trypetidae). *Entomophaga* 22, 259-264.

Lo, N., Paraskevopoulos, K., Bourtzis, K., O'Neil, S.L., Werren, J.H., Bordenstein, S.R., and Bandi, C. (2007). Taxonomic status of the intracellular bacterium *Wolbachia pipientis*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 57, 654-657.

Lopes, D.J., Pimentel, R., MacEdo, N., Martins, J.T., Zorman, M., Ventura, L.B., Aguiar, M.H., Silva, M.L.O., Mexia, A.M.M., and Mumford, J. (2011). Olive fly (*Bactrocera oleae* Gmelin) population dynamics in Terceira olive groves (Portugal). *Acta Horticulturae* 924, 161-166.

Malaua, J.C., Blanchet, A., Bon, M.C., Cheyppé-Buchmann, S., Groussier-Bout, G., Jones, W., Pickett, C., Ris, N., Roche, M., Thaon, M., and Fauvergue, X. (2007). Introduction of the African parasitoid *Psytalia lounsburyi* in south of France for classical biological control of *Bactrocera oleae* : Will hybridization affect establishment and population growth? 3rd European Meeting of the IOBC/WPRS Working Group "Integrated Protection of Olive Crops". Bragança. Portugal.

Manikas, G., and Tsiroyannis, V. (1981). Biological control of *Dacus oleae* in Greece using the parasite *Opius concolor* Szepi. Etat d'avancement des travaux et echange d' informations sur les problems poses par la lutte integree en Oleiculture. Reunion du Groupe d' Experts. Antibes 4-6 Nov. 1981. CEC. INRA., 105-113.

Manousis, T., and Moore, N., (1987). Cricket Paralysis Virus, a potential control agent for the olive fruit fly, *Dacus oleae* Gmel., *Applied and Enviromental Microbiology* 53(1), 142-148.

Margaritopoulos, J.T., Skavdis, G., Kalogiannis, N., Nikou, D., Morou, E., Skouras, P.J., Tsitsipis, J.A., and Vontas, J. (2008). Efficacy of the pyrethroid alpha-cypermethrin against

Bactrocera oleae populations from Greece and improved diagnostic for an iAChE mutation. *Pest Management Science* 64, 900–908.

Martelli, G.M. (1908). *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria “Filippo Silvestri” Portici* 2, 3-11.

Martelli, G.M. (1965). *Ministero Agricoltura e Foreste, Operatore Socio Sanitario, Fitopatologia, Bari* 21, 1-49.

Mazomenos, B.E., Pantazi-Mazomenou, A., and Stefanou, D., (2002). Attract and kill of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* in Greece as a part of an integrated control system. In: Use of pheromones and other semiochemicals in integrated production. *International Organization for Biological Control/West Palaearctic Regional Section (IOBC/WPRS) Bulletin Vol.25*.

Michelakis, S., and Neuenschwander, P. (1981). Etude des déplacements de la population imaginale de *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera, Tephritidae) en Crete, Grece. *Acta Oecologica/Oecologia Applicata* 2, 127-137.

Montiel Bueno, A., (1986). The use of sex pheromone for monitoring and control of olive fruit fly. Fruit flies Proceedings of the Second International Symposium 16-21 September 1986, Colymbari, Crete, Greece.

Montiel Bueno, A., and Jones, O. (2002). Alternative methods for controlling the olive fly, *Bactrocera oleae*, involving semiochemicals. In: Use of pheromones and other semiochemicals in integrated production. *International Organization for Biological Control/West Palaearctic Regional Section (IOBC/WPRS) Bulletin Vol.25*.

Morrow, J.L., Frommer, M., Shearman, D.C.A., and Riegler, M. (2014). Tropical tephritid fruit fly community with high incidence of shared *Wolbachia* strains as platform for horizontal transmission of endosymbionts. *Environmental Microbiology*. Article in Press.

Munro, H.K. (1984). A taxonomic treatise of the Dacinae (Tephritidae: Diptera) of Africa. *Entomology Memoirs, Republic of South Africa, Department of Agriculture* 61, 1–313.

Navrozidis, E.I., Vasara, E., Karamanlidou, G., Salpiggidis, G.K., and Koliais, S.I. (2000). Biological control of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) using a Greek *Bacillus thuringiensis* isolate. *Journal of Economic Entomology* 93(6), 1657-1661.

Neuenschwander, P., Michelakis, S., and Kapatos, E. (1986). In: *Traite d' entomologie oleicole*. P. 115-119. Aramburg Y edition, Madrid, International Olive Oil Council.

Neuenschwander, P. (1982). Searching Parasitoids of *Dacus oleae* (Gmel.) (Dipt., Tephritidae) in South Africa. *Zeitschrift fur angewandte Entomologie* 94, 509-522.

Neuenschwander, P., Bigler, F., Delucchi, V., and Michelakis, S. (1983), Natural Enemies of Preimaginal Stages of *Dacus oleae* Gmel. (Dipt. Tephritidae) in Western Crete. I. *Bionomics and Phenologies*, *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria "Filippo Silvestri" Portici* 40, 3-32.

Neuenschwander, P., and Michelakis, S. (1978). The infestation of *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera, Tephritidae) at harvest time and its influence on yield and quality of olive oil in Crete. *Zeitschrift fur angewandte Entomologie* 86, 420-433.

Neuenschwander, P., and Michelakis, S. (1979). McPhail trap captures of *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera, Tephritidae) in comparison to the fly density and population composition as assessed by sondage technique in Crete, Greece. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 52, 343-357.

Neuenschwander, P., Michelakis, S., Holloway, P., and Berchtold, W. (1985). Factors affecting the susceptibility of fruits of different olive varieties to attack by *Dacus oleae* (Gmel.) (Dipt., Tephritidae). *Zeitschrift fur angewandte Entomologie* 100, 174-188.

Neuenschwander, P., Michelakis, S., Mikros, L., and Mathioudis, M. (1980). Compensation for early fruit drop caused by *Dacus oleae* (Gmel), (Diptera, Tephritidae) due to an increase in weight and oil content of the remaining olives. *Zeitschrift fur angewandte Entomologie* 89, 514-525.

Orphanidis, P. S., Phytizas, E. A., and Tsakmakis, A.A. (1959). Quelques observations sur l' intensite de l' attaque du *Dacus*, en fonction du degre de maturation de l' olive. *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki (N.S.)* 2, 144-148.

Orphanidis, P.S., and Karayannis, G.B. (1958): Observations concernant l' influence exercee par de hautes temperatures prolongees sur la population du *Dacus*. *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki (N.S.)* 1(4), 219-222.

Orsini, M.M., Daane, K.M., Sime, K.R., and Nelson, E.H. (2007), Mortality of Olive Fruit Fly Pupae in California. *Biocontrol Science and Technology* 17, 797-807.

Pasqual, S., and Cobos, G. (2010). Effects of processed kaolin on pests and non-target arthropods in a Spanish olive grove. *Journal of Pest Science* 83, 121-133.

Pelekassis, C.E.D., Mourikos, P.A., and Bantzios, D.N. (1962). Preliminary studies of the field movement of the olive fruit fly (*Dacus oleae* Gmel.) by labelling a natural population with radioactive phosphorus (P^{32}). *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki (N.S.)* 4, 170-179.

Pennino, G., Pane, G., Raiti, G., Perri, E., Carovita, M.A., Macchione, B., Tucci, P., Socievole, P., Pellegrino, M., Cartabellotta, D., and Di Martino, V. (2006). Three years field trials to assess the effect of kaolin made particles and copper on olive-fruit fly (*B.oleae* Gmelin) infestations in Sicily. In: *Proceedings*, DCA - Università di Palermo; Regione Siciliana - Assessorato Agricoltura e Foreste, II (eds), pp. 303-306.

Perović, T., Hrnčić, S., & Indić, D. (2009). Flight dynamics of olive fly *Bactocera oleae* (Gmel.) (Diptera, Tephritidae) in the region of Bar. *Pomologia Croatica* 15(3-4), 77-86.

Perri, E., Iannotta, N., Muzzalupo, I., Russo, A., Caravita, M.A., Pellegrino, M., Parise, A., and Tucci, P. (2005). Kaolin protects olive fruits from *Bactrocera oleae* (Gmelin) infestations unaffecting olive oil quality. Paper presented in: 2nd European Meeting of the IOBS/WPRS Study group Integrated Protection of olive crops, Florence, 26-28 October 2005; To be published in *International Organization for Biological Control/West Palaearctic Regional Section (IOBC/WPRS) Bulletin*. [In Press].

Petri, L. (1909). Ricerche Sopra i Batteri Intestinali della Mosca Olearia. Roma: Memorie della Regia Stazione di Patologia Vegetale di Roma (in Italian).

Phillips, P.A., and Rice, R.E. (2001). Olive fly trapping surveys in southern California. *University of California Plant Protection Quarterly* 11, 1-3.

Pickett, C.H., and Kirk, A. (2006). Foreign Exploration for Parasitoids of the Olive Fruit Fly. in 3rd Annual Report, Olive Fruit Fly IPM Project. California Department of Food and Agriculture, Sacramento, CA, 5-6.

Prokopy R.J., and Haniotakis, G.E. (1975). Responses of wild and lab-cultured *Dacus oleae* flies to host plant color. *Annals of the Entomological Society of America* 68, 73.

Prokopy, R.J., Economopoulos, A.P., and McFadden, M.W. (1975). Attraction of wild and laboratory – cultured *Dacus oleae* flies to small rectangles of different hues, shades and tints. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 18, 141-152.

Prophetou-Athanasiadou, D.A., Tzanakakis, M.E., Myroyannis, D., and Sakas, G. (1991). Deterrence of oviposition in *Dacus oleae* by copper hydroxide. *Entomologia Experimentalis et Applicata, Springer* 61,1–5.

Psytalia concolor. (n.d.). [Online image].
<http://www.ars.usda.gov/is/graphics/photos/feb09/d1351-3.htm> [Accessed 17 June 2014]

Pucci, C., and Ambrosi, G. (1981). Ovideposizione del *Dacus oleae* (Gmel) e dimensioni delle drupe. *Frustula Entomologica (N.S.)* 4, 181-194.

Raspi, A., and Loni, A. (1994), Alcune Note sull'Allevamento di *Opius concolor* (Szepl.) (Hymenoptera, Braconidae) e su Recenti Tentativi d'Introduzione della Specie in Toscana ed in Liguria. *Frustula Entomologica, Nuova Serie* 17(30), 135-145.

Rebell amarillo. (n.d.). [Online image].
<http://www.export.biocontrol.ch/sites/products/monitoring-systems/rebell-amarillo.html>
 [Accessed 15 June 2014]

- Remund, U., Boller, E. F., Economopoulos, A. P., and Tsitsipis, J. A. (1977). Flight performance of *Dacus oleae* reared on olives and artificial diet. *Z. Aug. Entomol.* 82, 330-339.
- Rice, R. E. (2000). Bionomics of the olive fruit fly *Bactrocera (Dacus) oleae*. *Kentucky Agricultural Council Plant Protection Quarterly* 10, 1-5.
- Rice, R. E., Phillips, P. A., Stewart-Leslie, J., and Sibbett, G. S. (2003). Olive fruit fly populations measured in central and southern California. *California Agriculture* 57, 122-127.
- Rizzo, R., and Caleca, V. (2006). Resistance to the attack of *Bactrocera oleae* (Gmelin) of some Sicilian olive cultivars. Olivebiotec 2006 – November 5th – 10th – Mazara del Vallo, Marsala (Italy) Volume II.
- Rousse, P., Chiroleu, F., Domerg, C., and Quilici, S. (2007). Naive *Fopius arisanus* females respond mainly to achromatic cues. *Biological Control* 43, 41-48.
- Rugini, E., Mencuccini, M., Biasi, R., Altamura, M. M. (2005). Olive (*Olea europea* L.) in Protocol for Somatic Embryogenesis in Woody Plants, pp 345-360. (S. Mohan Jain and Pramod K. Gupta eds) vol 77. Springer printed in the Netherlands (Berlin , Heidelberg, New York).
- Sacchetti, P., Granchietti, A., Landini, S., Viti, C., Giovannetti, L., and Belcari, A. (2008). Relationships between the olive fly and bacteria. *Journal of Applied Entomology* 132, 682-689.
- Saour, G., and Makee, H. (2004). A kaolin-based particle film for suppression of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmelin (Dipt., Tephritidae) in olive groves. *Journal of Applied Entomology* 128, 28-31.
- Scalzo R.L.O., Scarpati M.L., Verzeegnassi B., and Vita, G. 1994. *Olea europaea* chemicals repellent to *Dacus oleae* females. *Journal of Chemical Ecology* 20(8), 1813-1823.
- Silvestri, F. (1939). In: *Proceedings of Verh. VII International Kongr. Of Entomology*, Berlin. 2396-2418.

- Silvestri, F. (1914). Report of an expedition to Africa in search of the natural enemies of fruit flies (Trypaneidae) with descriptions, observations and biological notes. *Territory of Hawaii Board of Agriculture and Forestry, Division of Entomology Bulletin* 3, 1–146.
- Sime, K.R., Daane K.M., Wang X.G., Johnson M.W., and Messing, R.H. (2008). Evaluation of *Fopius arisanus* as a biological control agent for the olive fruit fly in California. *Agricultural and Forest Entomology* 10(4), 423-431.
- Sime, K.R., Daane, M.K., Messing, H.R., and Johnson, W.M. (2006). Comparison of two laboratory cultures of *Psytalia concolor* (Hymenoptera: Braconidae), as a parasitoid of the olive fruit fly. *Biological Control* 39, 248–255.
- Sirjani, O.F., Lewis, E.E., and Kaya, K.H. (2009). Evaluation of entomopathogenic nematodes against the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Biological Control* 48, 274-280.
- Skouras, P.J., Margaritopoulos, J.T., Seraphides, N.A., Ioannides, I.M., Kkani, E.G. Mathiopoulos, K.D., and Tsitsipis, J.A. (2007). Organophosphate resistance in olive fruit fly, *Bactrocera oleae*, populations in Greece and Cyprus. *Pest Management Science* 63(1), 42-48.
- Toscana Servizio Fitosanitario Regionale. (n.d.). [Online image]. <http://agroambiente.info.arsia.toscana.it/arsia/arsia?ae5Diagnosi=si&IDColtura=1&IDLocalizzazione=6&IDTipoSintomo=7> [Accessed 14 June 2014]
- Tsiropoulos, G.J., (1980a). Major nutritional requirements of adult *Dacus oleae* (Diptera, Tephritidae). *Annals of the Entomological Society of America* 73(3), 251-253.
- Tsiropoulos, G.J., (1980b): The importance of vitamins in adult *Dacus oleae* (Diptera, Tephritidae) nutrition. *Annals of the Entomological Society of America* 73(6), 705-707.
- Tsiropoulos, G.T. (1983). Microflora associated with wild and laboratory-reared adult olive fruit flies, *Dacus oleae* (Gmelin). *Zeitschrift fur angewandte Entomologie* 96, 337–340.

Tsolakis, H., Ragusa, E., and Tarantino, P. (2011). Control of *Bactrocera oleae* by low environmental impact methods: NPC methodology to evaluate the efficacy of lure-and-kill method and copper hydroxide treatments. *Bulletin of Insectology* 64(1), 1-8.

Tzanakakis, M.E. (1989). Small scale rearing. In: Robinson AS, Hooper G (eds) Fruit flies: their biology, natural enemies and control, vol 3B. Elsevier, Amsterdam, pp 105–118.

Tzanakakis, M.E., and Stavrinides, A.S. (1973). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 16, 39-47.

Tzanakakis, M.E., Tsitsipis, J.A., and Economopoulos, A.P. (1968). Frequency of mating in females of olive fruit fly under laboratory conditions. *Journal of Economical Entomology* 61, 1309-1312.

Tzanakakis, M.E. (1989). Small-Scale Rearing. 6.2.1. *Dacus oleae*. In: World Crop Pests: Fruit Flies, their Biology, Natural Enemies and Control, eds. A.S. Robinson and G. Hooper, Vol. 3B, Amsterdam, the Netherlands: Elsevier Press, pp. 105-118.

Tzanakakis, M. E. (2003). Seasonal development and dormancy of insects and mites feeding on olive: A review. *Netherlands Journal of Zoology* 52(2-4), 87-224.

Tzanakakis, M. E. (2006). Insect and mites feeding on olive: distribution, importance, habits, seasonal development and dormancy. *Applied Entomology Library* 1, 85-106.

UC. (2014). *UC IPM Pest Management Guidelines: Olive*. [Online]. Διαθέσιμο στο <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r583301311.html>

Vargas, R.I., Peck, S.L., McQuate, G.T., Jackson, C.G., Stark, J.D., and Armstrong, J.W. (2001). Potential for Areawide Integrated Pest Management of Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) with a Braconid Parasitoid and a Novel Bait Spray, *Journal of Economic Entomology* 94, 817-825.

Vontas, J., Hernandez-Crespo, P., Margaritopoulos, J.T., Ortego, F., Feng, H.T., Mathiopoulos, K.D., and Hsu, J.C., (2011). Insecticide resistance in Tephritid flies. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 100(3), 199-205.

Vontas, J.G., Cosmidis, N., Loukas, M., Tsakas, S., Hejazi, M.J., Ayoutanti, A., and Hemingway, J., (2001). Altered acetylcholinesterase confers organophosphate resistance in *Bactrocera oleae*. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 71(2), 124-132.

Vontas, J.G., Hejazi, M.J., Hawkes, N.J., Cosmidis, N., Loukas, M., and Hemingway, J. (2002). Resistance associated point mutations of organophosphate insensitive acetylcholinesterase, in the olive fruit fly *Bactrocera oleae*. *Insect Molecular Biology* 11(4), 329-336.

Vossen, P., Varela, L. G., and Devarenne, A. (2004). *Olive Fruit Fly*. University of California Cooperative Extension Publication. [Online]. Διαθέσιμο στο <http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/391-393.pdf>

Yasin, S., Rempoulakis, P., Nemmy-Lavy, E., Levi-Zada, A., Tsukada, M., Papadopoulos, N.T., and Nestel, D. (2014). Assessment of lure and kill and mass-trapping methods against the olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi), in desert-like environments in the Eastern Mediterranean. *Crop Protection* 57, 63-70.

Yellow sticky trap. (n.d.). [Online image]. <http://ucce.ucdavis.edu/files/repository/calag/img6501p16.jpg> [Accessed 15 June 2014]

Yokoyama, V., and Miller, G.T. (1993). Pest-free period for walnut husk (Diptera:Tephritidae) and host status of stone fruits for export to New Zealand. *Journal of Economic Entomology* 86, 1766–1772.

Yokoyama, V., and Miller, G.T. (2004). Quarantine strategies for olive fruit (Diptera:Tephritidae): low-temperatures storage, brine, and host relations. *Journal of Economic Entomology* 97, 1249–1253.

Yokoyama, V.Y., Rendón A.P., and Sivinski, J. (2008). *Psytalia* cf. *concolor* (Hymenoptera: Braconidae) for Biological Control of Olive Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in California Environmental Entomology. *Environmental Entomology* 37(3), 764-773.

Wang, X.G., Johnson, M.W., Yokoyama, V.Y., Pickett, C.H., and Daane, K.M. (2011). Comparative Evaluation of Two Olive Fruit Fly Parasitoids under Varying Abiotic Conditions. *BioControl* 56(3), 283-293.

Weems, H. V., and Nation, J. L. (2009). Olive Fruit Fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Insecta: Diptera: Tephritidae). University of Florida Extension, IFAS, EENY-113 document (originally published as DPI entomology circular no.44). [Online]. Διαθέσιμο στο <http://creatures.ifas.ufl.edu>.

White, I. M., and Elson-Harris, M. M. (1992). *Fruit flies of economic significance: Their identification and bionomics*. *Bulletin of Entomological Research* 82(3), 433.

White H.M., and Wang, X.J. (1992). Taxonomic notes on some dacine (Diptera: Tephritidae) fruit flies associated with citrus, olives and cucurbits. *Bulletin of Entomological Research* 82, 275-279.

Zalom, F. G., Van Steenwyk, R. A., Burrack, H. J., and Johnson, M. W. (2009). *Olive Fruit Fly*. University of California. Available online at <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/PESTNOTES/pn74112.html>

Zervas, G.A., and Economopoulos, A.P. (1982). Mating frequency in caged populations of wild and artificially reared (normal or gamma – sterilized) olive fruit flies. *Environmental Entomology* 11(1), 17-20.

Zygouridis, N.E., Augustinos, A.A., Zalom, F.G., and Mathiopoulos, K.D. (2009). Analysis of olive fly invasion in California based on microsatellite markers. *Heredity* 102(4), 402-412.

Αλεξανδράκης, Β., και Καλαϊτζίδου, Α. (2013). Στοιχεία βιοοικολογίας και βιολογική καταπολέμηση του δάκου. Διάλεξη στην 8^η Συνάντηση Δακοκτονίας που διεξήχθη στη Χίο 30-31 Μαΐου 2013. Φορέας διεξαγωγής Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

Ανδρουτσοπούλου, Β. (2011). *Γενετική δομή και διαφοροποίηση φυσικών πληθυσμών του δάκου της ελιάς, Bactrocera oleae*. Μεταπτυχιακή διατριβή. Αθήνα.

Αυγουστίνος, Α. (2005). *Απομόνωση μικροδορυφόρων από το δάκο της ελιάς, Bactrocera oleae και χρησιμοποίησή τους για την ανάλυση φυσικών πληθυσμών του είδους*. Μεταπτυχιακή διατριβή. Πάτρα.

Βασιλακάκης, Μ.Δ. (2004). *Γενική και Ειδική Δενδροκομία*. Θεσσαλονίκη: Γαργατάνη.

Βέμμος, Σ., και Βαχαμίδης, Π. (2009). Οι ποικιλίες της ελιάς. *Γεωργία – Κτηνοτροφία* 6, σελ 16-25.

Γιαννοπολίτης, Κ.Ν. (2009). Μια πρώτη γνωριμία με την ελιά. *Γεωργία – Κτηνοτροφία* 6, σελ 6-10.

Γκουβάς, Μ., και Σακελλαρίου, Ν. (2011). *Κλίμα και δασική βλάστηση της Ελλάδας*. Αθήνα: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.

Γυάλινη παγίδα McPhail. (χ.η.). [Online image]. <http://2.bp.blogspot.com/-RHB-ujk0ymU/UXCW1AbJRBI/AAAAAAAAJOds/ANmf24je0TU/s1600/tromaktiko.jpg> [Ανακτήθηκε 15 Ιουνίου 2014]

Δήμου, Ι. Ε. (2002). *Οικολογική μελέτη του δάκου της ελιάς Bactrocera (Dacus) oleae (Gmelin), στην περιοχή της Αχαΐας*. Διδακτορική διατριβή. Πάτρα.

Ενήλικο του δάκου της ελιάς. (χ.η.). [Online image]. http://www.dakofaka.com/main/wp-content/uploads/2007/04/clip_image002.jpg [Ανακτήθηκε 12 Ιουνίου 2014]

Ζάμπαλου, Σ. Λειβαδάρας, Ι., Franz, G., Robinson, A., Σαββάκης, Χ., και Μπούρτζης, Κ. (2007). *Η τεχνική του ασύμβατου εντόμου: μια εναλλακτική μέθοδος παραγωγής στειρών αρσενικών που βασίζεται στο βακτήριο Wolbachia*. Πρακτικά 12^{ου} Πανελλήνιου Εντομολογικού Συνεδρίου που διεξήχθη στη Λάρνακα 13-16 Νοεμβρίου 2007. Φορέας διεξαγωγής Εντομολογική Εταιρεία Ελλάδος. σελ. 307-309.

Ζιώγας, Β.Ν. (1996). *Ο δάκος της ελιάς*. Αθήνα: Υπουργείο Γεωργίας.

Ζυγουρίδης, Ν.Ε., Αυγουστίνος, Α.Α., Σεραφειμίδου-Πούλιου, Ε.Π., Nestel, D., και Ματθιόπουλος, Κ.Δ. (2009). *Μελέτη προσαρμογής φυσικών πληθυσμών του δάκου της ελιάς *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) σε εργαστηριακές συνθήκες*. Πρακτικά 13^{ου} Πανελλήνιου Εντομολογικού Συνεδρίου που διεξήχθη στην Αλεξανδρούπολη 3-6 Νοεμβρίου 2009. Φορέας διεξαγωγής Εντομολογική Εταιρεία Ελλάδος. σελ. 56-58.

Κόττικα, Α. (2004). *Μελέτη της αναθεώρησης του υφιστάμενου καθεστώτος παρακολούθησης του πληθυσμού του Δάκου (*Dacus oleae*) στη Λέσβο, με τη βοήθεια της εξέλιξης του πληθυσμού σε χωρικό και χρονικό επίπεδο*. Μεταπτυχιακή διατριβή. Μυτιλήνη.

Κουνατίδης, Η. (2009). *Βιολογία και γενετική του δάκου της ελιάς με κλασικές και σύγχρονες προσεγγίσεις*. Διδακτορική διατριβή. Θεσσαλονίκη.

Κουρναζής, Ι. (χ.η.). [Online image]. http://kournazis.blogspot.gr/2012/08/blog-post_11.html [Ανακτήθηκε 15 Ιουνίου 2014]

Κούφαλη, Ν. (2009). *Επιβίωση του δάκου της ελιάς *Bactrocera oleae* (Rossi) σε υψηλές θερμοκρασίες*. Μεταπτυχιακή διατριβή. Θεσσαλονίκη.

Κωβαίος, Δ.Σ., Μπρούφας, Γ.Δ., και Γεωργαντζή, Δ. (2009). *Ταχύς εγκλιματισμός στο κρύο του δάκου της ελιάς *Bactrocera oleae* (Rossi), σε συνθήκες εργαστηρίου και υπαίθρου*. Πρακτικά 9^{ου} Πανελλήνιου Εντομολογικού Συνεδρίου που διεξήχθη στα Ιωάννινα 13-16 Νοεμβρίου 2001. Φορέας διεξαγωγής Εντομολογική Εταιρεία Ελλάδος. σελ. 34-42.

Μίλη, Ε. (2013). *Η καλλιέργεια της ελιάς*. Λευκωσία: Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος

Μπρούμας, Θ., και Κατσόγιαννος, Π. (2009). *Οι εχθροί της ελιάς*. *Γεωργία – Κτηνοτροφία* 6, 102-126.

Μωραΐτη, Κ. Κουνατίδης, Η. Σαπουντζής, Π. Σιώζιος, Σ. Μαυραγάνη, Π. Παπαδόπουλος, Ν., και Μπούρτζης, Κ. (2007). *Το συμβιωτικό βακτήριο Wolbachia σε είδη της οικογένειας Tephritidae*. Πρακτικά 12^{ου} Πανελλήνιου Εντομολογικού Συνεδρίου που διεξήχθη στη Λάρνακα 13-16 Νοεμβρίου 2007. Φορέας διεξαγωγής Εντομολογική Εταιρεία Ελλάδος, σελ. 146-147

Ναβροζίδης, Ε. Ι., και Ανδρεάδης, Σ. Σ. (2012). *Ειδική γεωργική εντομολογία*. Θεσσαλονίκη: Citypublish.

Ναβροζίδης, Ε., Ζαρταλούδης, Ζ.Δ., Σαλπυγγίδης, Γ., Κάλφας, Η., Ρούμπος, Α., και Νταραράς, Β. (2005). *Επίδραση καλλιεργητικών μεθόδων και λίπανσης της ελιάς στην προσβολή από δάκο, Bactrocera oleae, (Gmelin), (Diptera: Tephritidae) και πυρηνοτρήτη, Prays oleae (Bernard) (Lepidoptera: Plutellidae)*. Πρακτικά 11^{ου} Πανελλήνιου Εντομολογικού Συνεδρίου που διεξήχθη στη Λίμνη Πλαστήρα Καρδίτσας 11-14 Οκτωβρίου 2005. Φορέας διεξαγωγής Εντομολογική Εταιρεία Ελλάδος.

Πανελλήνιος Σύνδεσμος Εξαγωγέων. (2010). Τα 100 πιο εξαγώγιμα ελληνικά προϊόντα. [Online]. Διαθέσιμο στο <http://www.pse.gr/node/6293>

Πλαστική παγίδα McPhail. (χ.η.). [Online image]. <http://www.novagrica.com/wp-content/uploads/2014/03/McPhail.png>. [Ανακτήθηκε 15 Ιουνίου 2014]

Ποντίκης, Κ. (1992). *Ελαιοκομία*. Πειραιάς: Σταμούλη.

Τζανακάκης, Μ. (1995). *Εντομολογία*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

Τζανακάκης, Μ. Ε., και Κατσόγιαννος, Β. Ι. (2003). *Έντομα καρποφόρων δέντρων και αμπέλου*. Αθήνα: Αγροτύπος.